



# Klimatförändringar i Norrbottens län

*– konsekvenser och anpassning*



**LÄNSSTYRELSEN** i Norrbottens län har, liksom alla andra länsstyrelser i landet, i uppdrag att på regional nivå samordna arbetet med anpassning till ett förändrat klimat.

Uppdraget innebär samordning, rådgivning och stöd till kommuner och regionala aktörer i deras klimatanpassningsarbete.

Denna rapport är en uppdatering av *Klimatförändringar i Norrbottens län – konsekvenser och anpassning. Länsstyrelsens rapportserie nr 2/2012*. Rapporten innehåller nya klimatanalyser och text från SMHI Klimatologi nr 32, 2015 Framtidsklimat i Norrbotten.

# Inledning

**TEMPERATUREN PÅ JORDEN STIGER** – det pågår en global uppvärmning som med stor sannolikhet beror på människans utsläpp av växthusgaser. En ökad temperatur påverkar det globala, regionala och lokala klimatet.

De globala klimatförändringarna kan påverka norra Sverige genom förändrade nederbörds-mängder, ökade dygnstemperaturer, förhöjda vattennivåer och mer frekventa, extrema väder-situationer. Det innebär i sin tur ökad sårbarhet för bebyggelse, infrastruktur, samhällsviktig verksamhet och näringsliv. Det varmare klimatet ger också nya möjligheter. Tillväxtsäsongen ökar i skogsbruk och jordbruk, den isfria tiden för sjöfart blir längre.

Det svenska samhällets sårbarhet för en klimatförändring beror främst på hur mycket klimatet förändras och hur snabbt det sker, men också på hur väl förberett samhället är för att möta förändringen. Klimatförändringen berör samhällets alla sektorer. Även om vi idag radikalt minskar våra utsläpp av växthusgaser kommer det att dröja innan uppvärmningen stannar av. Vi måste också räkna med förändringar av riskerna för extremt väder. Det innebär att vi måste anpassa oss till både nutidens och framtidens klimat.

Länsstyrelsen i Norrbottens län har, liksom alla andra länsstyrelser i landet, i uppdrag att på

regional nivå samordna arbetet med anpassning till ett förändrat klimat. I uppdraget samverkar vi bland annat med länets kommuner, eftersom de ansvarar för ett stort antal samhällsviktiga verksamheter som kan komma att påverkas vid ett förändrat klimat.

Uppdraget innebär samordning, rådgivning och stöd till kommuner och regionala aktörer i deras klimatanpassningsarbete.

Med denna skrift vill Länsstyrelsen ge spridning åt de senaste rönen om klimatförändring och resultat från Klimat- och sårbarhetsutredningen (SOU 2007:60) som har betydelse för Norrbotten. Länsstyrelsen har ambitionen att tillsammans med kommuner och andra aktörer i länet arbeta med att:

- Identifiera ytterligare områden som kan komma att påverkas
- Lyfta fram områden där det finns behov av fördjupade utredningar och planeringsunderlag
- Initiera anpassningsåtgärder
- Genomföra kompetenshöjande insatser

Uppdraget ska ses som ett komplement till det arbete som bedrivs för att reducera utsläpp av växthusgaser och genomföra energieffektiviseringar. Se också "Klimat- och energistrategi för Norrbotten".



**VARNING**  
**Risk för snöras**

<b>INLEDNING</b> .....	3
<b>KLIMATFÖRÄNDRINGAR I NORRBOTTENS LÄN</b> .....	6
Temperatur.....	8
Nederbörd.....	11
Snötäcke.....	16
Växtsäsong.....	18
Tillrinning.....	20
Markförhållanden.....	25
<b>KONSEKVENSER OCH FÖRSLAG TILL ANPASSNINGAR</b> .....	26
Kommunikationer.....	27
Vägar.....	27
Järnvägar.....	29
Sjöfart.....	31
Flyg.....	31
Telekommunikationer.....	31
Radio- och tv-distribution.....	31
<b>TEKNISKA FÖRSÖRJNINGSSYSTEM</b> .....	33
Elsystem och kraftpotentialer.....	33
Dammar.....	33
Värme- och kylbehov.....	34
Fjärrvärme.....	34
Dricksvatten.....	36
Föroreningsspridning vid ras och skred.....	37
<b>BEBYGGELSE OCH BYGGNADER</b> .....	39
Översvämning av strandnära bebyggelse.....	39
Ras, skred och erosion.....	39
Dagvattensystem och bräddning av avloppsvatten.....	41
Byggnadskonstruktioner.....	42
<b>AREELLA NÄRINGAR OCH TURISM</b> .....	45
Skogsbruk.....	45
Jordbruk.....	46
Fiskerinäring.....	47
Rennäring.....	49
Turism och friluftsliv.....	50
<b>NATURMILJÖ OCH MILJÖMÅL</b> .....	53
Landekosystem, biologisk mångfald och andra miljömål.....	53
Sötvattenmiljön.....	56
Havsmiljön.....	57
<b>MÄNNISKORS HÄLSA</b> .....	59
Extremtemperaturer.....	59
Ändrad luftkvalitet.....	59
Hälsoeffekter av klimatförändring.....	59
<b>OMVÄRLDSFÖRÄNDRINGARNAS PÅVERKAN</b> .....	63
<b>FÖRTECKNING KLIMATINDEX I SMHI:S LÄNSANALYS</b> .....	66

# Temperaturen stiger

Den globala medeltemperaturen har under 1900-talet ökat med 0,7 grader, vilket i klimatsammanhang kan betraktas som en stor och snabb ökning. Andra tecken på förändringar är glaciärernas tillbakagång, minskning av istäcket i Arktis, stigande havsnivåer och förändrat nederbördsmonster.

I ett internationellt perspektiv, med till exempel låglänta storstäder som hotar att översvämmas av en höjd havsnivå, beräknas Sverige komma jämförelsevis lindrigt undan. För Norrbottens del beräknas klimatet bland annat ge betydligt mildare och kortare vintrar. Följderna för länet väntas dock bli mindre dramatiska än i övriga landet, bland annat för att vår kust i norr kan dra fördel av den stora landhöjningen.



# Klimatförändring i Norrbottens län

## Bakgrund till klimatanalyserna i rapporten

FN:S KLIMATPANEL presenterade i sin rapport om jordens framtida klimat (IPCC, 2013) resultat baserade på nya möjliga utvecklingsvägar, så kallade RCP-scenarier (Representative Concentration Pathways). RCP-scenarierna beskriver resultatet av utsläppen av växthusgaser, den så kallade strålningsbalansen i atmosfären, fram till 2100.

SMHI fick 2014 i uppdrag av regeringen att göra en studie för Sverige utifrån dessa scenarier. 2015 fick SMHI i uppdrag att ta fram länsvisa klimatanalyser baserade på de nya klimatscenarierna. I analyserna beskrivs framtidens klimat baserat på observationer och beräkningar utifrån två olika utvecklingsvägar, låga utsläpp (RCP 4,5) respektive höga utsläpp (RCP 8,5).

Den nya länsanalysen för Norrbotten (SMHI Klimatologi nr 32, 2015: Framtidsklimat i Norrbottens län) innehåller kartor med klimatscenarier för olika tidsperioder. De behandlar temperatur, nederbörd, tillrinning och markfuktighet samt information om snö. Klimatanalyserna kan exempelvis användas för samhällsplanering, naturvård, dricksvattenfrågor, jord- och skogsbruk.

I denna rapport redovisas ett urval av resultat från SMHI:s länsanalys. En förteckning över fullständigt innehåll i länsanalysen finner du längst bak i denna rapport.

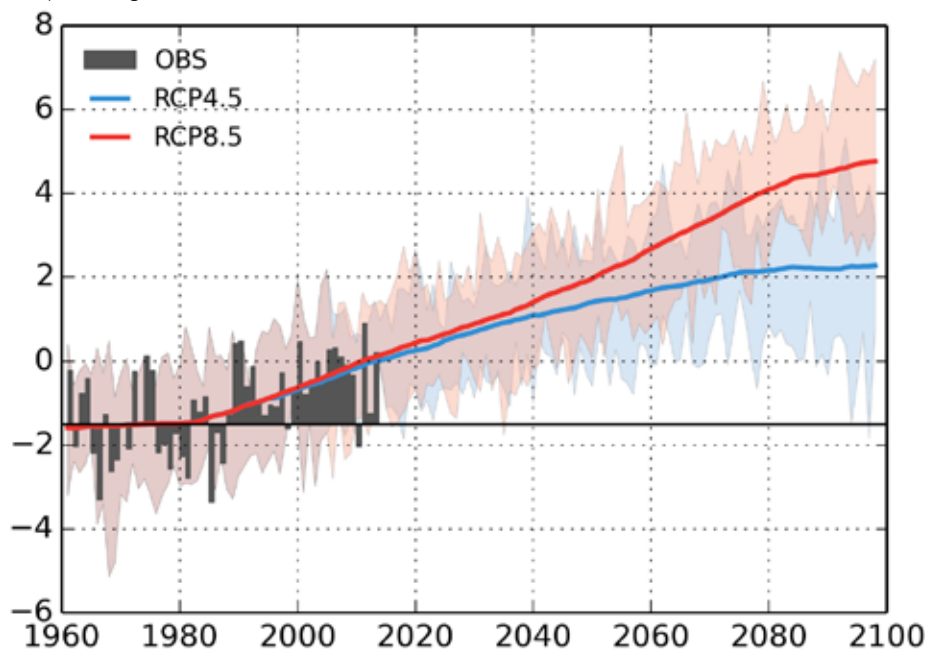
Att studera framtiden är svårt oavsett vilka aspekter det gäller. När det gäller framtida klimat handlar det om mycket komplexa processer. Det är därför inte lätt att ge svar på alla frågor om framtidens klimat.

Det finns många osäkerheter om hur klimatet kommer att utvecklas i alla dess aspekter och hur dessa förändringar påverkar miljö och samhälle. Samtidigt finns mycket information att hämta ur de klimatberäkningar som görs och det material som presenteras.

Klimatforskningen kommer ständigt med nya resultat som kan komma att modifiera bilden ytterligare, vilket läsaren bör vara medveten om. Tolkningen av rapportens grafer bör koncentreras till långsiktiga trender snarare än till absoluta värden.

Läs mer på [www.smhi.se/klimat/framtids-klimat/klimatscenarier](http://www.smhi.se/klimat/framtids-klimat/klimatscenarier)

Temperatur (grader)



Förändring av årsmedeltemperatur i Norrbotten.

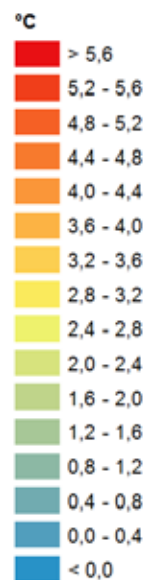
I diagrammet visas förändringen över länet som helhet för de två RCP-scenarierna. Årsvärden av observerad medeltemperatur för Norrbotten är markerade som staplar. Staplarna visar att årsmedeltemperaturen i länet kan variera med ca 4°C. Denna mellanårsvariation består även i framtiden, vilket framgår av de skuggade fälten i diagrammet. De heldragna linjerna visar 30-års löpande medelvärde av scenarierna för att förtydliga trender. Temperaturen väntas stiga med flera grader till slutet av seklet; enligt RCP 4,5 med 3-4 grader medan RCP 8,5 visar på en 6-gradig ökning.

## Förändring av temperatur

Beräknad framtida förändring jämfört med tidsperioden 1960–1990. Kartorna visar medelvärden över tidsperioder.

Värdena är geografiskt utjämnade för att underlätta tolkning. Förändring givet både RCP 4,5 och RCP 8,5 visas.

I SMHI:s rapport Framtidsklimat i Norrbotten, redovisas även beräknad medeltemperatur för år och säsong.



2021–2050

Årsmedeltemperatur

2069–2098



RCP 4.5



RCP 8.5





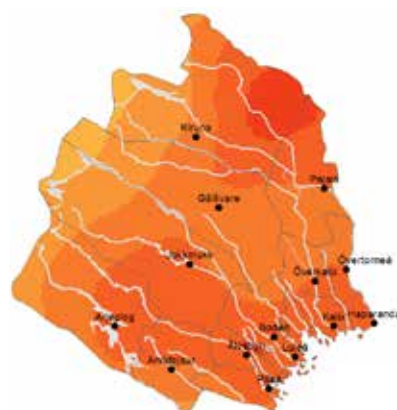
2021–2050

**Förändring medeltemperatur vinter**  
*December–februari*

2069–2098



RCP 4.5



RCP 8.5



2021–2050

**Förändring medeltemperatur vår**  
*Mars–maj*

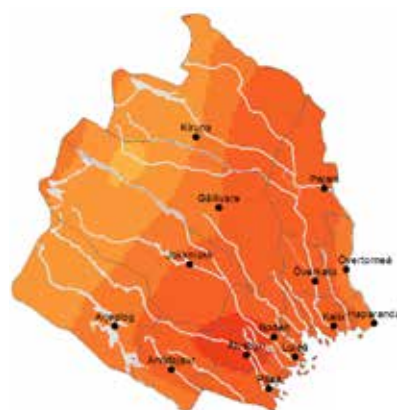
2069–2098



RCP 4.5



RCP 8.5



2021–2050      **Förändring medeltemperatur sommar**      2069–2098  
*Juni–augusti*



RCP 4.5



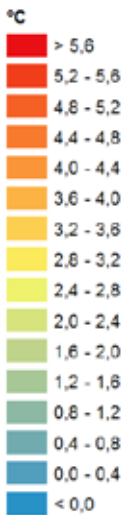
RCP 8.5



2021–2050      **Förändring medeltemperatur höst**      2069–2098  
*September–november*



RCP 4.5



RCP 8.5



## Förändring av nederbörd

Beräknad framtida förändring jämfört med tidsperioden 1961-1990.

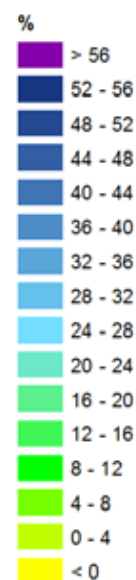
Årsmedelnederbörden i Norrbotten var 660 mm under perioden 1961-1990. Det regnar och snöar mest i den västra delen av länet, eftersom det är mest höglänt där och våra vädersystem vanligen kommer västerifrån.

I ett framtida klimat väntas nederbörden öka. Ökningen är störst i RCP 8,5, cirka 40 % till slutet av seklet, medan RCP 4,5 har en ökning på cirka 20 %. Kartorna visar att ökningen är störst i området nordväst om Gällivare.

Kartorna för årstiderna visar medelvärdet av varje periods summerade dygnsnederbörd.

Värdena är geografiskt utjämnade för att underlätta tolkning. Förändring givet både RCP 4,5 och RCP 8,5 visas.

I SMHI:s rapport Framtidsklimat i Norrbotten, redovisas även beräknad medelnederbörd för år och säsong.



2021–2050

Årsmedelnederbörd

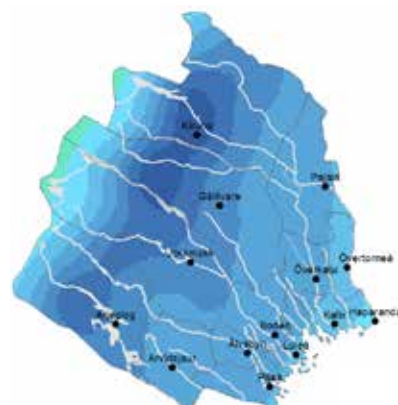
2069–2098



RCP 4.5



RCP 8.5



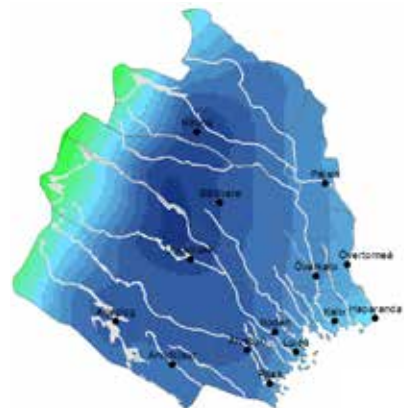
2021–2050      **Förändring medelnederbörd vinter**      2069–2098  
*December–februari*



RCP 4.5



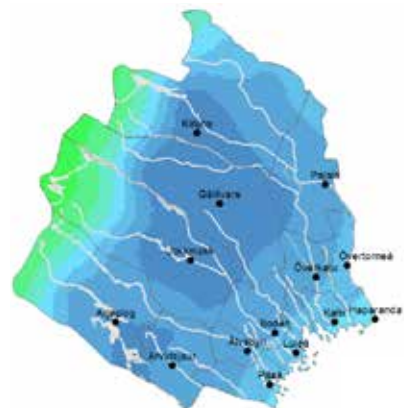
RCP 8.5



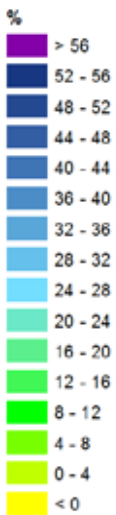
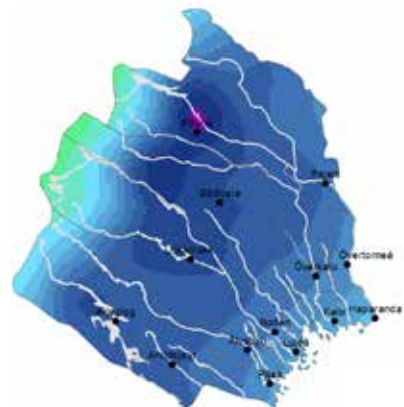
2021–2050      **Förändring medelnederbörd vår**      2069–2098  
*Mars–maj*



RCP 4.5



RCP 8.5



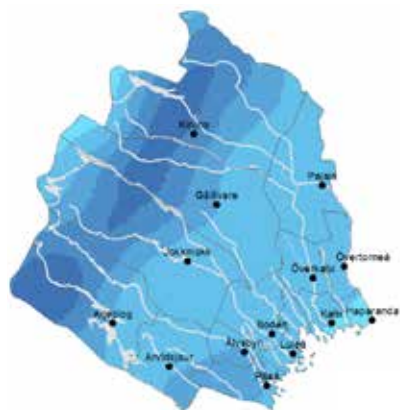
2021–2050 **Förändring medelnederbörd sommar** 2069–2098  
*Juni–augusti*



RCP 4.5



RCP 8.5



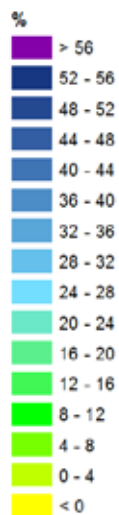
2021–2050 **Förändring medelnederbörd höst** 2069–2098  
*September–november*



RCP 4.5



RCP 8.5



2021–2050

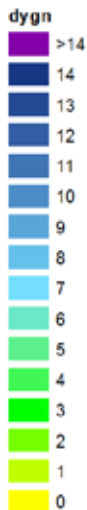
Antal dagar med mer än 10 mm nederbörd

2069–2098

Kartorna visar medelvärdet av varje års totala antal dagar då nederbörden överstiger 10 mm. Det är ett mått på förekomsten av stora regnmängder som kan leda till översvämningar.

RCP 4.5

RCP 8.5



2021–2050

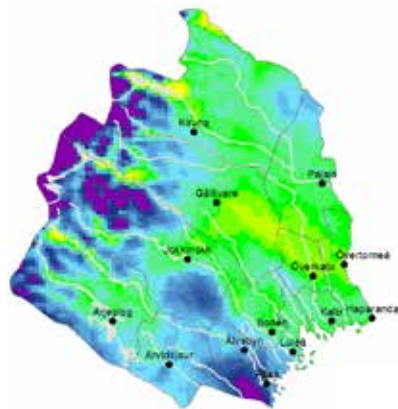
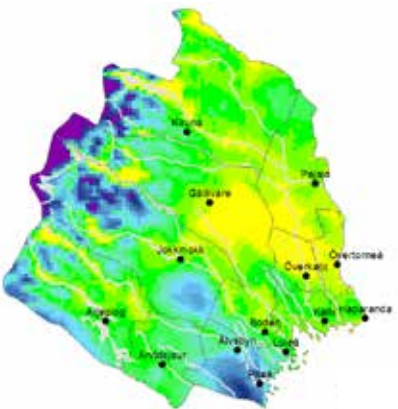
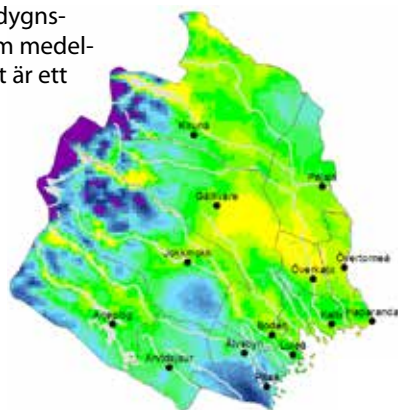
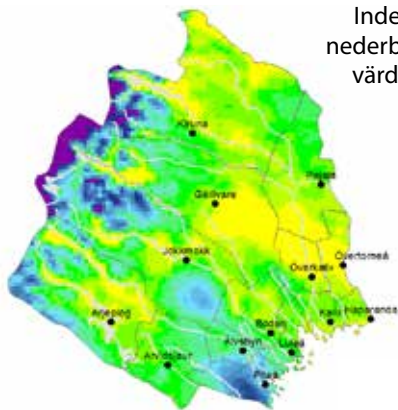
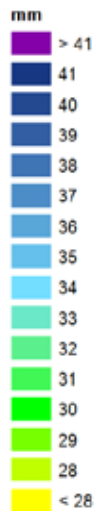
Maximal dygnsnederbörd

2069–2098

Indexet är ett mått på årets största dygnsnederbörd. Resultaten presenteras som medelvärden över angiven period. Indexet är ett mått på risken för skyfall.

RCP 4.5

RCP 8.5





## Snötäcke

### Antal dagar med snötäcke över 5 mm vatteninnehåll

I kartbilderna visas antal dagar med snötäcke med minst 5 mm vatteninnehåll. Det ger en uppfattning om hur länge marken är snötäckt i medeltal och kan vara av intresse för planering av infrastruktur, turism och friluftsanläggningar, rennäring, naturvårdsinsatser och miljöövervakning.

### Antal dagar med snötäcke över 20 mm vatteninnehåll

I kartbilderna visas antal dagar med snötäcke med minst 20 mm vatteninnehåll. Det kan tolkas som antal dagar då det är goda förhållanden för skidåkning. Kartorna ger en uppfattning om hur

snöförhållandena för skidåkning förändras och kan därför användas för långsiktig planering av turism och friluftsanläggningar.

### Förändrat maximalt snötäcke

Indexet avser det maximala (största) snötäcket i termer av vatteninnehåll. Kartorna visar den procentuella förändringen jämfört med medelvärdet för referensperioden. Indexet ger en uppfattning om hur mycket nederbörd som maximalt lagras i snötäcket under vintern. Det har betydelse för vattenflödena under våren och är av intresse för vattenkraftens reglering. Indexet kan också vara intressant avseende snölast för konstruktioner.

2021–2050

Antal dagar med snötäcke  
över 5 mm vatteninnehåll

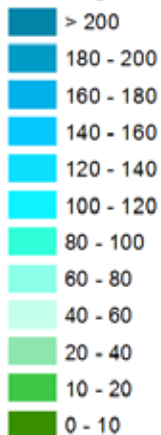
2069–2098



RCP 4.5



Antal dagar



RCP 8.5





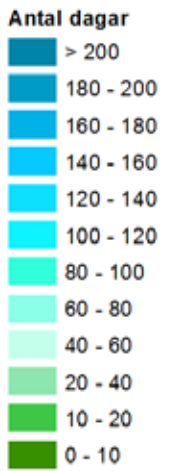
2021–2050      **Antal dagar med snötäcke över 20 mm vatteninnehåll**      2069–2098



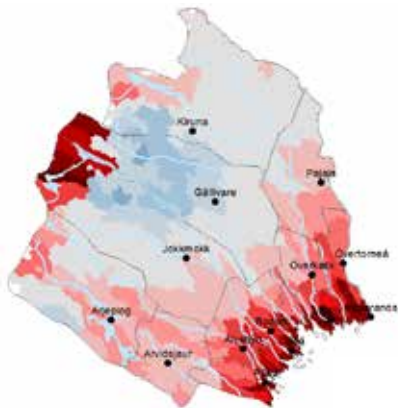
RCP 4.5



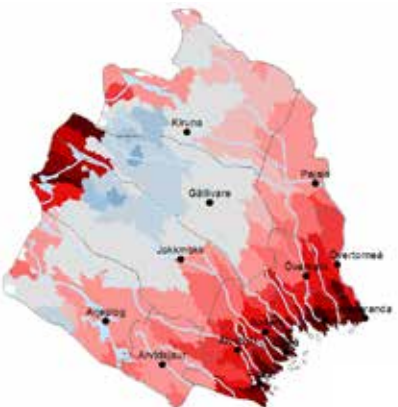
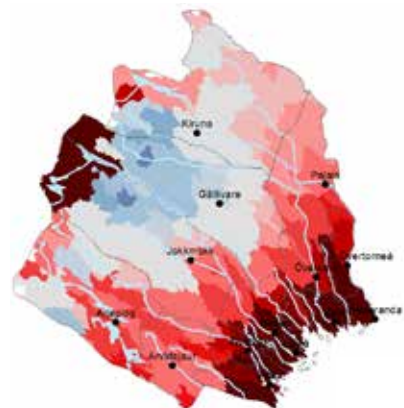
RCP 8.5



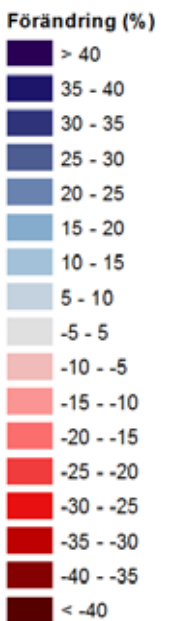
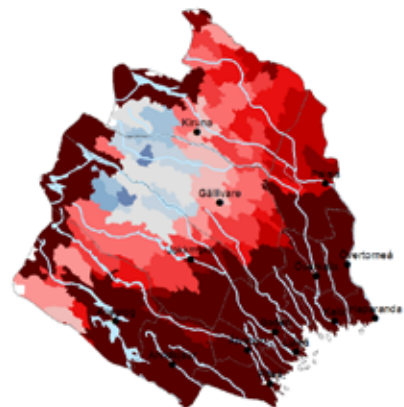
2021–2050      **Förändrat maximalt snötäcke**      2069–2098



RCP 4.5



RCP 8.5



# Växstsäsong

## Växtperiodens längd

Längden på växtperioden är definierad som skillnaden mellan sluttidpunkt och starttidpunkt. Starttidpunkt är första dagen på året i en sammanhängande fyradagarsperiod då dygnsmedeltemperaturen överstiger 5°C. Sluttidpunkt är sista dagen i årets sista fyradagarsperiod med dygnsmedeltemperatur över 5°C. Indexet baseras enbart på temperatur och tar inte hänsyn till solinstrålning.



Observerad längd på växstsäsong 1991–2013

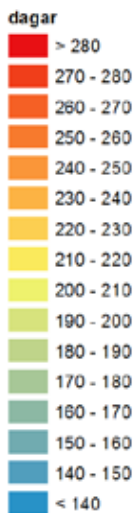
2021–2015      Växstsäsongens längd      2069–2098



RCP 4.5



RCP 8.5



**Växtperiodens start**

Starttidpunkten är första dagen på året i en sammanhängande fyradagarsperiod då dygnsmedeltemperaturen överstiger 5°C. Indexet baseras enbart på beräkningar av temperatur och tar inte hänsyn till solinstrålning. Indexet ger tillsammans med växtperiodens längd en uppfattning om framtida förhållanden för sådd och skördetidpunkter.



Observerad startdag för växtperiod 1991-2013

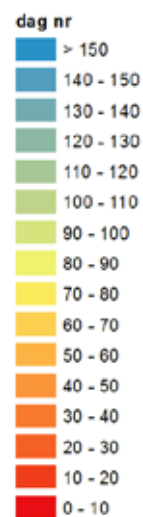
2021-2015      Växtsäsongens start      2069-2098



RCP 4.5



RCP 8.5



## Tillrinning

Kartorna på följande sidor redovisas beräkningar av framtidens hydrologiska förhållanden avseende total tillrinning. För Norrbotten ses en ökning av total årstillrinning med cirka 10-15 % vid mitten av seklet, en ökning som fortsätter mot slutet av seklet. Av diagrammen framgår att tillrinningsökningen vid slutet av seklet har ökat med cirka 10-30 % för RCP 4,5 och med cirka 20-40 % för RCP 8,5.

Den största förändringen av totala tillrinningen sker för vinterperioden och mot mitten av seklet ses en generell ökning över länet. Ökningen fortsätter mot slutet av seklet och skillnaden mellan de två scenarierna tydliggörs. RCP 8,5 ger särskilt stor förändring av vintertillrinningen och visar vid slutet av seklet på en ökning med över 100 % för de flesta vattendragen. Även det lägre scenariot, RCP 4,5, ger stora ökning för samtliga vattendrag (40-100 %).

Under våren ses en ökning av total minskning eller oförändrad total tillrinning för de flesta av vattendragen. Undantaget är Luleälven vid Staloluokta där tillrinningen ökar något fram till slutet av seklet. Skillnaderna mellan de två RCP-scenarierna är små.

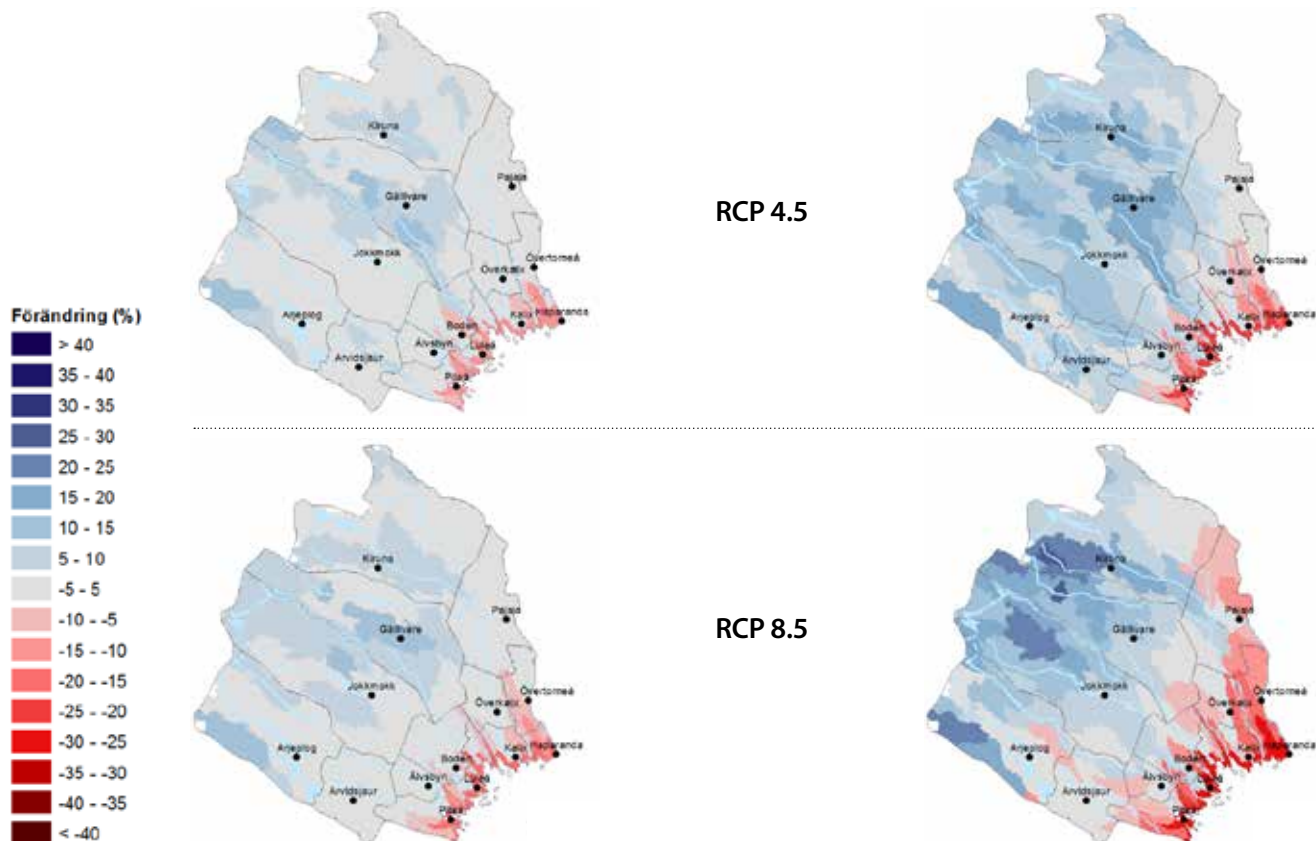
### Förändrad total 10-årstillrinning

Kartorna visar den procentuella förändringen jämfört med medelvärdet för referensperioden. Indexet avser total dygnsmedelstillrinning med återkomsttid 10 år. Kartor och diagram ger en uppfattning om hur relativt vanliga högflöden kommer att öka eller minska och var det sker. Det är speciellt intressant för områden som idag lätt översvämmas.

2021–2015

Förändrad total 10-årstillrinning

2069–2098



### Förändrad total 100-årstillrinning

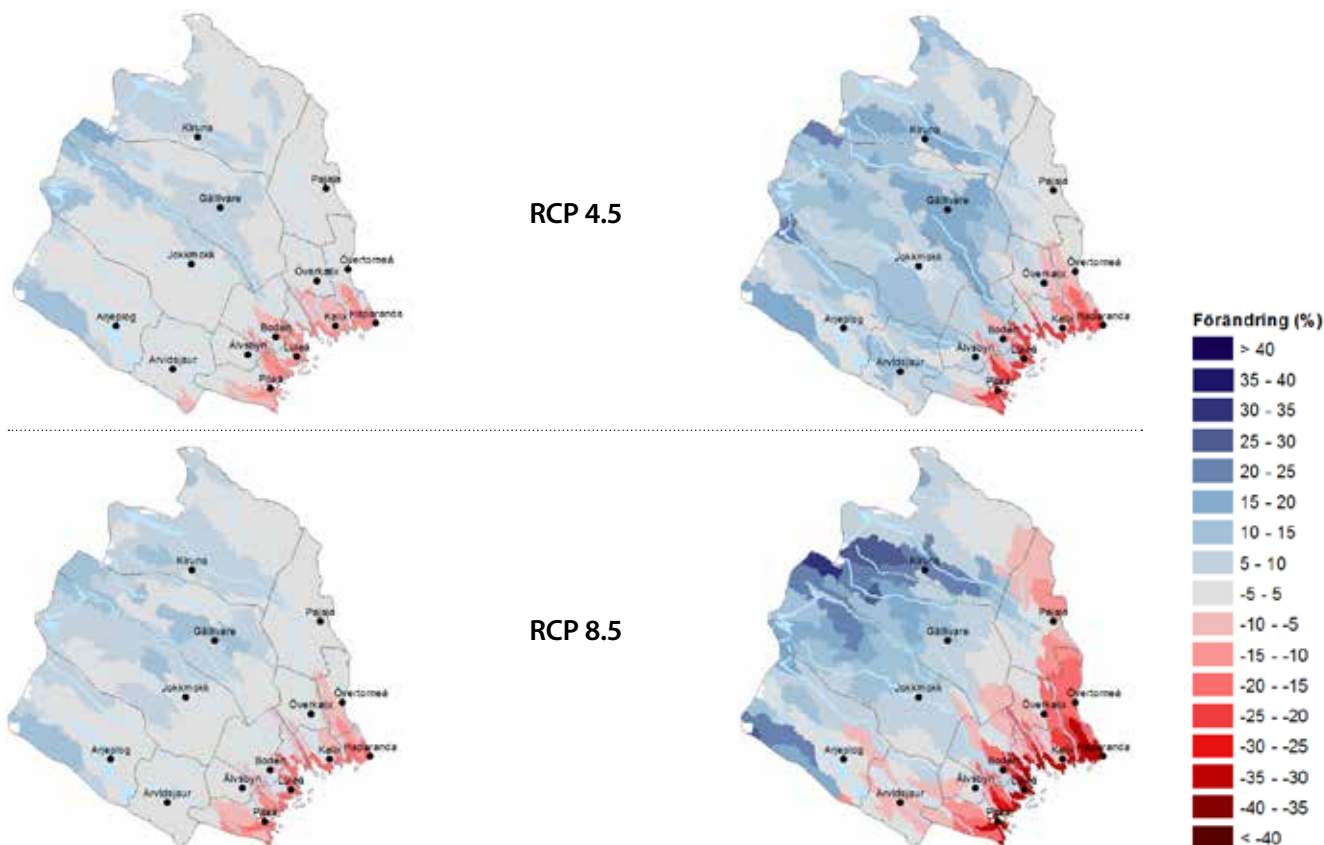
Kartorna visar den procentuella förändringen jämfört med medelvärdet för referensperioden. Indexet avser total dygnsmedeltillrinning med åtkomsttid 100 år och kan vara till hjälp vid bedömningar av översvämningsrisker längs sjöar och vattendrag.

Kartorna uppvisar stora likheter med 10-årstillrinningen med minskande 100-årstillrinning för de flesta vattendragen i sydöstra delarna av landet, samt en ökning i fjällen.

2021–2015

Förändrad total 100-årstillrinning

2069–2098



## Tillrinningens årsdynamik för större vattendrag i Norrbotten

Tillrinningen varierar mellan år och under året beroende på hur nederbörd, temperatur, snötäcke, markfuktighet och avdunstning varierar och samspelar. För vattendragen ses dock vanligen en återkommande dynamik under året. Förändringar i årstidsförloppen kan ha stor betydelse för vattenförsörjning, miljö och biologisk mångfald, översvåmningsrisker och vattenkraftsproduktion.

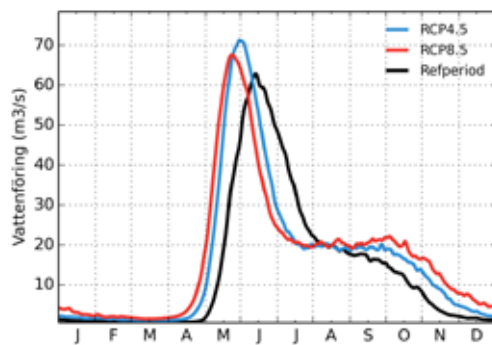
I figurerna visas medelvärden för tillrinningens årsdynamik. Svart linje representerar referensperioden 1963-1992 och de två övriga linjerna representerar framtidsperioden 2069-2098. Blå linje avser medelvärden av beräkningar enligt RCP 4,5 och röd linje representerar motsvarande för RCP 8,5.

Samtliga vattendrag uppvisar tydliga årstidsförlopp för referensperioden, med vårfloedestopp,

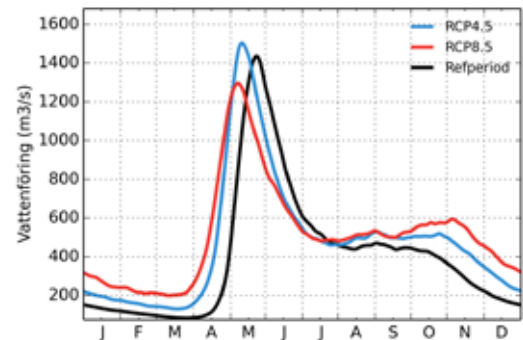
låga sommarflöden, högre höstflöden och lägre vinterflöden. Givetvis med variationer mellan de olika områdena och med variationer mellan åren.

Framtidsscenarierna visar på tidigare vårfloedestopp, och högre vinter- och höstflöden. Förändringen av tillrinningen under sommaren är inte lika tydlig och varierar från område till område. För de mer sydligt belägna vattendragen påverkas dynamiken över året till ett mer utjämnat förlopp med högre tillrinning under höst-vinter och lägre under vårsommar. För dessa vattendrag ser också sommartillrinningen ut att minska och säsongen börjar tidigare.

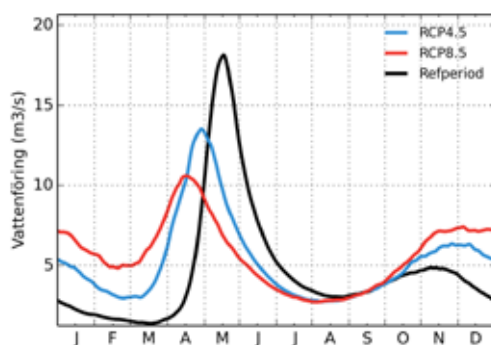
Diagram finns även för perioden 2021-2050. För denna period har skillnaden gentemot referensperioden bedömts vara mindre omfattande. Den presenteras därför inte i denna rapport.



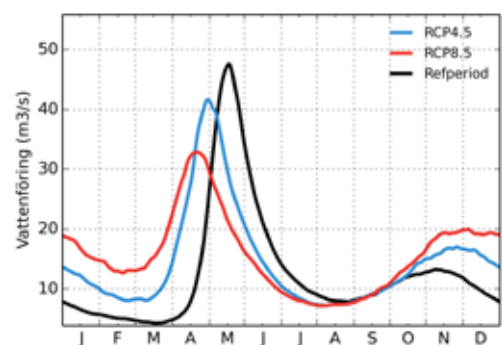
Övre Abiskoiock



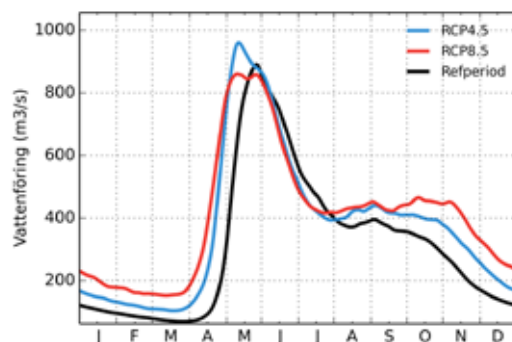
Torneälven



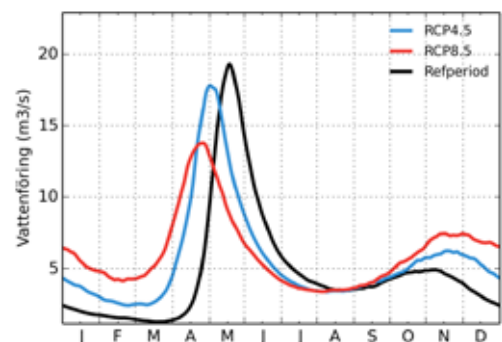
Keräsjöki



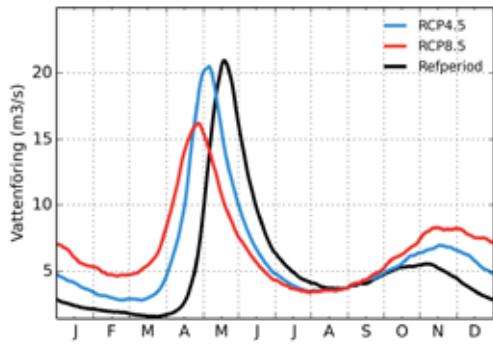
Sangisälven



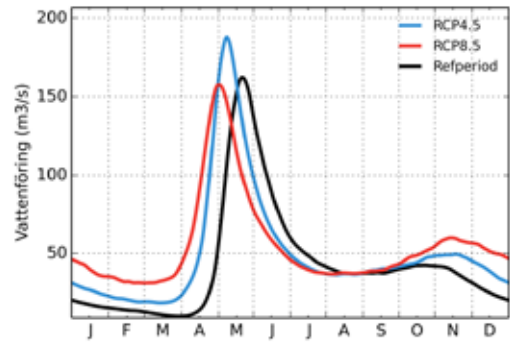
Kalixälven



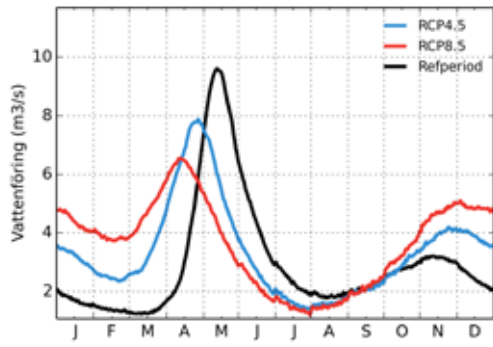
Töreälven



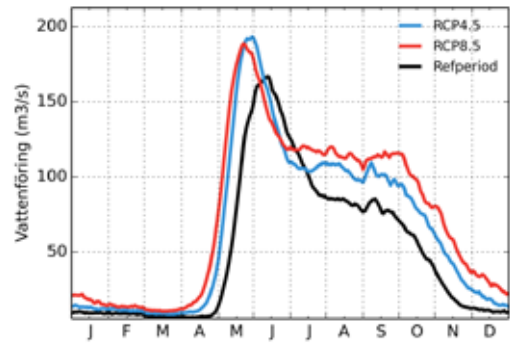
Jämtöälven



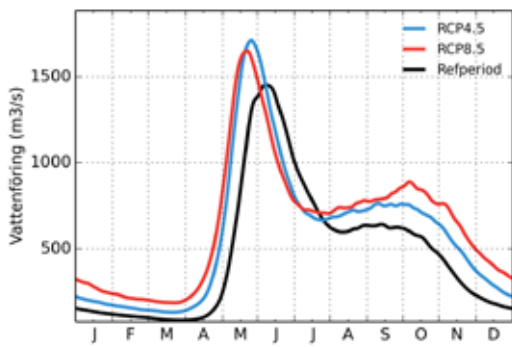
Råneälven



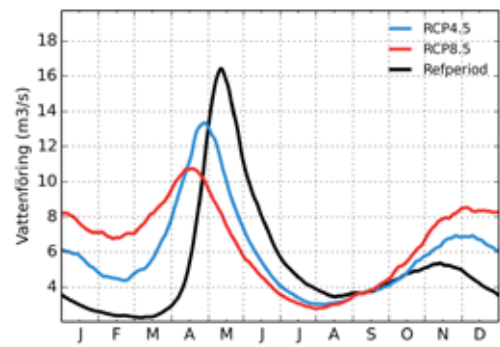
Altersundet



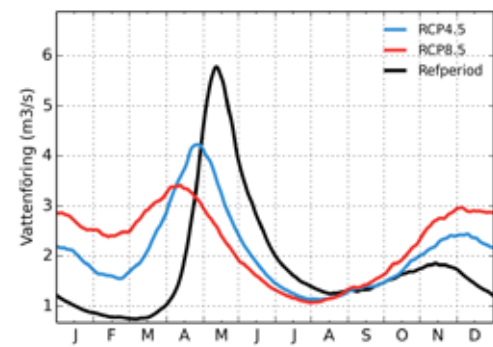
Luleälven Saltoluokta



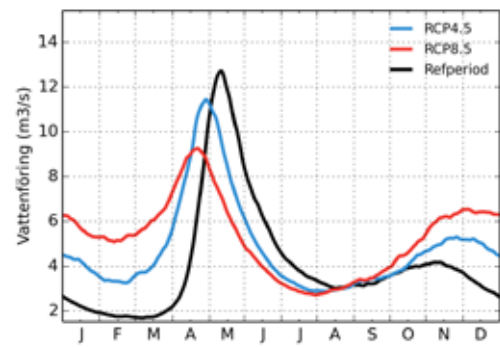
Luleälven



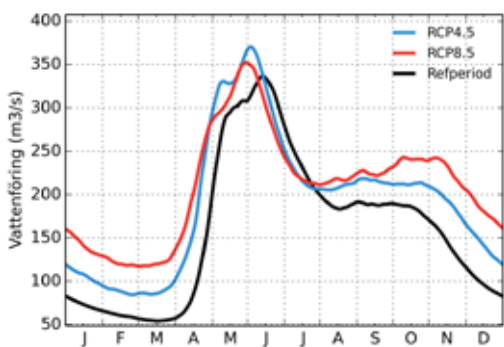
Alån



Rosån



Alterälven



Piteälven

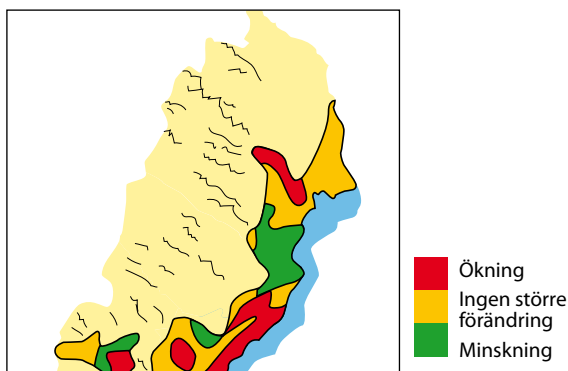




# Markförhållanden<sup>4</sup>

Ytterligare material finns i SGI:s rapport  
Översiktlig klimat- och sårbarhetsanalys – naturolyckor  
(dnr 2-1006-0454).

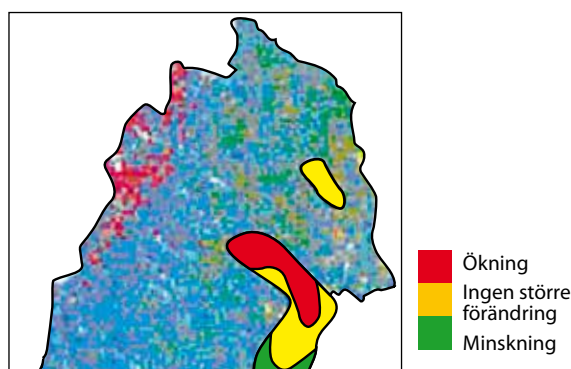
## Erosion



Förändring av benägenheten för erosion på grund av klimatförändringar fram till perioden 2071-2100.

I delar av norra Sverige kommer benägenheten för erosion att öka beroende på ökad nederbörd och därmed ökad avrinning. Utanför markerade områden på kartan ovan, finns andra mindre områden som kan vara erosionskänsliga, exempelvis områden med issjösediment.

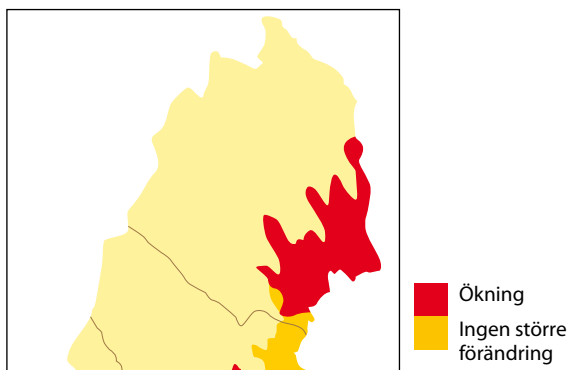
## Ravinutveckling



Förändring av benägenheten för ravinutveckling på grund av klimatförändringar fram till perioden 2071-2100.

I norra Norrland finns områden där benägenheten för ravinutveckling kommer att öka beroende på ökad nederbörd och därmed ökad avrinning.

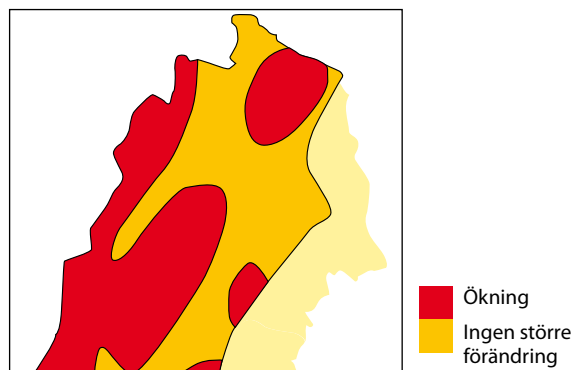
## Skred och ras



Förändring av benägenheten för skred och ras på grund av klimatförändringar fram till perioden 2071-2100.

I Norrbottens kustland förväntas frekvensen av ras och skred öka beroende på ökad nederbörd och därmed ökad avrinning och ökade portryck.

## Moränskred och slamströmmar



I norra Norrlands fjälltrakter kommer benägenheten för moränskred och slamströmmar att öka beroende på ökad nederbörd sommartid och högre frekvens av intensiva regn och därmed ökad erosion.

<sup>4</sup> SGI Varia 571 Översiktlig bedömning av jordrörelser vid förändrat klimat.

# Konsekvenser och förslag till anpassningar

Följande sammanställning belyser hur samhället kan drabbas av ökad sårbarhet till följd av klimatförändringar. Tyngdpunkten ligger på konsekvenser som bedöms äga rum på längre sikt. Materialet baseras på uppgifter från den statliga *Klimat- och sårbarhetsutredningen (SOU 2007:60)*. Urvalet omfattar det som har relevans för Norrbottens län vad beträffar konsekvenser av klimatförändringar och extrema väderhändelser samt Klimat- och sårbarhetsutredningens förslag till anpassningsåtgärder. Även SMHI:s rapport 2011-54 *Klimatanalys för Norrbottens län* samt SGI:s rapport *Översiktlig klimat- och sårbarhetsanalys* ligger till grund för materialet.

Beskrivningen av konsekvenser och förslag på anpassningsåtgärder har delats in i följande sju områden:

- Kommunikationer
- Tekniska försörjningssystem
- Bebyggelse
- Areella näringar och turism
- Naturmiljö och miljömå
- Människors hälsa
- Omvärldsförändringarnas påverkan

# Kommunikationer

**RISKSITUATIONEN** för vägar och järnvägar påverkas av hur omgivande områden ser ut och hur de används. Även utformningen av ingående konstruktioner i väg- eller järnvägsanläggningen påverkar riskerna.

När det gäller omgivningen är topografi, jordart och påverkan av vatten de faktorer som har störst betydelse. Branta sluttningar, jordarter som silt, lera och sand samt påverkan från nederbörd och strömmande vatten kan påverka stabilitetssituationen negativt. Där dessa faktorer kombineras, som till exempel längs många av de norrländska älvdalarna kan säkerheten vara låg. Översvämningsrisken är av naturliga skäl störst i låglänta områden i anslutning till sjöar eller vattendrag.

Även användningen av omgivande markområden har avgörande betydelse för säkerheten mot ras, skred och erosion. Förändringarna i risknivå kan ske under lång tid eller nästan omedelbart. Exempel på smygande förändringar är dräneringar som installerats i omgivande skogs- eller jordbruksmark men därefter inte underhålls. Dammkonstruktioner, som inte underhålls, uppströms väg eller järnväg kan också utgöra hot när de brister. Snabba förändringar kan bero på skogsavverkningar där effekterna blir ännu större vid efterföljande markberedning. Exploatering av naturmark till hårdgjorda ytor eller ny- eller ombyggnad av omkringliggande anläggningar påverkar även avvattningssituationen.

Utformningen av väg- eller järnvägsanläggningen påverkar också risken för ras, skred och erosion. Det gäller utformning av avvattningssystem såsom diken, trummor och dräneringar, erosionsskyddens utbredning och motståndskraft samt uppbyggnad av jordkonstruktionerna.

## Vägar

Vägar	Teknisk livslängd i år (median)
Vägbeläggning	25
Vägöverbyggnad	50
Bro, spännvidd >200m eller tunnel, >1000m	150
Övriga broar, tunnlar	100

## Konsekvenser

Klimatförändringar påverkar långsiktig nedbrytning av väg, både när det gäller bärighet och beständighet. Temperatur och vattentillgång (tjäle, avrinning) är de viktigaste klimatfaktorerna i detta sammanhang. Översvämningsrisken av vägar och vägunderfarter förväntas öka i hela landet.

Det äldre vägnätet bedöms vara särskilt utsatt på grund av att höga portryck inte beaktats fullt ut vid dimensioneringen. Det är till stor del okänt vilka vägar som har för låga säkerhetsmarginaler. Såväl statliga som kommunala vägar kommer att drabbas av konsekvenserna.

Skredfrekvensen i ler- och siltterräng förväntas öka på lång sikt längs norra Norrlandskusten. För en del vägavsnitt är, eller kommer förhållandena redan på kort sikt att bli oacceptabla med avseende på skredsäkerhet, fortskridande ravinutveckling eller ras i nipor. Stabiliteten i branta nipor påverkas av klimatförändringar på samma sätt som i skred och siltterräng.

## Skador på vägnät

Frekvensen vägskador på grund av lokala intensiva regn kan komma att öka påtagligt.

Hela eller delar av vägar (skred, bortspolad väg) kan skadas genom erosion vid höga vattenflöden. Vid större vägskador kan indirekta konsekvenser uppstå i form av störningar i transportförsörjning, skador på infrastruktur och byggnader.

Översvämningar drabbar i första hand lågt liggande vägar i anslutning till vattendrag. Konsekvenser blir i regel begränsade till bäringsskador.

Broar vid små vattendrag bedöms vara utsatta vid ökade vattenflöden på grund av kortvariga intensiva regn. Lågt liggande broar i kombination med ökade flöden kan orsaka dämning.

Påföljande erosionsskador i form av bortspolning av brostöd och gropbildning vid bottenplatta innebär risk för försämrade bäring. När det gäller risk för vägbroar att påverkas av höga flöden, beror detta på bronns nivå över högsta högvatten. Mest utsatta är de som byggts de senaste 20 åren och de äldre broar som är kortare än 8 m.

### Nedbrytning av betongkonstruktioner

På broar utsätts konstruktionsdelarna för vägsalt och temperaturväxlingar nära noll grader. Som en följd av detta åldras bro-betongkonstruktionerna betydligt fortare än annan betong.

En ökning av antalet nollgenomgångar ger både fler fryscykler och mer vägsalt, vilket ökar nedbrytnings- och korrosionsskador. I Norrlands inland kan ett eventuellt införande av tösaltning leda till att äldre broar drabbas av saltfrostsador.

### Nedisning av broar

Vid kall och fuktig väderlek kan isbildning uppstå på kablar och pyloner. Isstycken riskerar därmed att falla ner på trafikanter.

### Temperaturförändring

Ökade temperaturer och därpå följande kortare perioder med tjäle kan orsaka problem i de fall tjälen används som resurs. Detta gäller t.ex. regionalt viktiga näringslivsvägar (t.ex. skogsbruk). En förändrad period med tjäle i kombination med ökade grundvattennivåer kan även öka risken för vägdeformationer.

En konsekvens av att antalet nollgenomgångar (tillfällen då temperaturen går från plus- till minus eller vice versa) förväntas öka är att fryscykler blir mer frekventa. Detta kan resultera i ökad användning av vägsalt vilket i sin tur skapar ett behov av att skydda vattentäkter mot påverkan av det avrinnande vägsaltet (klorid).

Ökade temperaturer medför kortare vintrar vilket kan minska användningen av dubbdäck, vilket i sin tur ger minskat slitage på vägarna.

### Snömängd

Förändringen i snömängd bedöms inte medföra extra kostnader i ett nationellt perspektiv om en omfördelning av medel sker från söder till norr.

## FÖRSLAG TILL ANPASSNINGÅTGÄRDER

Riskinventering av känsliga vägvägar. Samordnade analyser av skred- och översvämningsskador.

Tydligare hänsynstagande till risker för skred och ras vid dimensionering och utförande av vägkonstruktioner. Skärpta funktionskrav.

Rutiner för bevakning av markanvändning som förhindrar eller påverkar infiltration, porttryck, vattenavrinning etc.

Minska skredrisk genom grundförstärkning, installation av skredvarningssystem och förberedelser/ förbättringar av omledningsvägar.

Minska risken för bortspolning genom att skydda truminlopp mot igensättning, förstärkning av vägbankar, installation av extratrumma, extra tillsyn av trummor.

Eftersom extrema flöden i små vattendrag förväntas öka är det angeläget att identifiera och åtgärda sårbara trummor under höga vägbankar.

Fördjupning och tidigareläggning av studie avseende åtgärder kring igensättning av trummor och mindre rörbroar.

Krav på vägars höjdsättning i förhållande till vattennivåer vid nyprojektering.

Översyn av dimensioneringskrav för vägar och vägbankar med utgångspunkt från 100-årsflöde.

Ökad tillsyn och uppföljning efter nybyggnation.

Anpassning av vinterväghållning innebär att beredskapen bör höjas i de norra delarna av landet. Omklassning för vinterväghållning.

Det ständigt pågående utbytet av broar, utveckling av betongbeständighet och val av halkbekämpningsmetoder innebär att de negativa konsekvenserna av ökat antal nollgenomgångar kan reduceras.

Åtgärder avseende broar: en utredning bör utföras av hydrologiska förhållanden och sårbarhet för de broar med fri höjd mindre än 0,3 m över högsta högvatten.

## Järnvägar

Livslängden på järnvägsnätets anläggningar påverkas av trafikintensiteten, underhållsfrekvensen och anläggningsår. Med fortlöpande underhåll kan spårets livslängd bli upp till 40 år. Växlar har en livslängd på 20 år, trummor och broar på uppemot 100 år. Signalsystemen har kort livslängd på grund av snabb teknikutveckling.

Järnvägsnätet är känsligt för klimatfaktorer som intensiv nederbörd, höga flöden, långvarig nederbörd, större snömängder, högre temperaturer, ökad luftfuktighet, ökat antal nollgenomgångar samt ökad vindhastighet och förändringar i åskfrekvens.

Störningstoleransen i järnvägssystemet är redan utan extrema väderhändelser relativt låg. Systemets reservkapacitet består av omledning på andra linjer, dubbelspår och täthet mellan stationer där trafikreglering kan ske. Cirka 70 procent av nätet är enkelspårigt och då främst i norra Sverige. Från Västerbotten finns inte tillräcklig möjlighet att leda om trafiken på övre Norrland.

### Konsekvenser

De ökade mängderna nederbörd medför ökad risk för infiltration och erosion av fyllnadsmaterial och underbyggnader till banor vilket medför minskad bärighet. Plötsliga stora flöden innebär risk för genomspolning av bankroppen och undergrunden med åtföljande ras och skred. Vid fjällnära sluttningar ökar risken för slamströmmar.

Ökade flöden medför starkt ökad risk för erosion vid brostöd, undergrund, landfästen och anslutande bankar. Förutsättningarna för erosion, ras, skred och slamströmmar bedöms öka i flera delar av landet. Vid höga flöden eller större mängd nederbörd kan det finnas risk för urlakning av farliga ämnen eller utvidgning av förorenat område genom skred.

Den ökade nederbörden i form av snö under vintermånaderna kommer att medföra större röjningsbehov.

Ökade vintertemperaturer, närmare noll grader, kan påverka växlarnas rörlighet, då is från fordon lättare lossnar och blockerar växlarna. Nedisning av kontaktledningarna i kombination med ökade vindar kan innebära ökad risk för förstörda anläggningar och påföljande trafikstörningar i övre Norrland.

De högre temperaturerna sommartid ger ökad risk för solkurvor.

### FÖRSLAG TILL ANPASSNINGÅTGÄRDER

Kartering av riskområden.

Översyn av dimensioneringskrav avseende återkomsttider och nivåer för flöden med beaktande av förändringar i klimatet.

Erosionsskydd vid broar, trummor och andra platser där stora flöden kan uppträda.

Utökning av resurser för besiktning, underhåll och banupprustning av befintliga anläggningar, t.ex. avvattningsanläggningar.

Upprätta modell för riskbaserad bedömning och identifiering av riskobjekt, t.ex. objekt som belastas högre än vad de dimensionerats för och objekt utsatta för höga flöden.

På sikt skulle det behövas ökad reservkapacitet och möjligheter att leda om främst godstrafik och persontrafik längs Norrlandskusten.

Fortlöpande översyn av standarder för dimensionering av kontaktledningsanläggning.

Ökad samverkan och informationsutbyte mellan olika verksamhetsutövare, exempelvis mellan markägare och drift- och underhållsansvariga av järnvägsnät, så att risker som påverkar sårbara konstruktioner minskar.



## Sjöfart

Minskad havsis i Bottenviken kommer att underlätta vintersjöfarten. I övrigt kommer klimatförändringarna inte att innebära några negativa konsekvenser för sjöfarten.

Säsongen när båtar kan trafikera vattenområden förlängs, vilket i sin tur innebär att sjöräddningen kan komma att behöva göra räddningsinsatser under längre tid av året.

## Flyg

De ökade nederbörds mängderna kommer att belasta flygplatsernas dagvattensystem. Vid kraftiga regn kan det uppstå problem med avrinning. Minskad tjälförekomst, ökad nederbörd, högre grundvattennivåer och ökade vattenflöden kan påverka flygfältsytornas bärighet negativt. Mer frekvent förekommande extrema vädersituationer kan orsaka elavbrott och störningar i flygtrafik. Förändrade nederbörds- och temperaturmönster i norra Sverige kan resultera i ökat behov av avisning.

Luleås flygplats är sårbar då dess nordliga läge gör det svårt att överföra trafik och transporter till andra flygplatser och transportslag.

### FÖRSLAG TILL ANPASSNINGÅTGÄRDER

Komplettera flygplatsytor med tjockare överbyggnad.

Renovering av dagvattensystem på flygplatser.

Sårbarhetsanalyser av banors förändrade bärighet avseende tjäle och grundvatten.

komma att drabbas av fortsatta störningar. Höga flöden kan få konsekvenser för anläggningar nära vatten.

### FÖRSLAG TILL ANPASSNINGÅTGÄRDER

Ytterligare analys av telekomsektorns sårbarhet (PTS).

För att säkerställa telenätets robusthet bör det skapas ett förtydligt ansvar för operatörer och verksamhetsansvariga genom avtalskrivning (PTS).

Ägare av nät bör tillse att det finns avtal med markägare för att säkerställa framkomlighet till anläggningar.

## Radio- och TV-distribution

### Känsliga klimatfaktorer

I händelse av extrema vädersituationer kan det uppstå svårigheter att distribuera reparations- och servicematerial till stationer som är ensligt belägna. Utsändningar är beroende av elförsörjning.

### Konsekvenser av klimatförändringar

Kraftig vind och nedisning påverkar master och antenner. I fjälltrakterna kan nedisning uppstå i hög terräng.

### FÖRSLAG TILL ANPASSNINGÅTGÄRDER

Tillse att det finns reservkraft vid anläggningar samt att det finns avtal med markägare för att säkerställa framkomlighet till anläggningar.

## Telekommunikationer

### Känslighet för klimat- och väderförhållanden

Det fasta nätets luftledningarna och de mobila nätets master och antenner är känsliga främst för kraftiga vindar, nedisning, åska, kraftig nederbörd och höga flöden till följd av översvämning. Säkra elleveranser är en förutsättning för fungerande telekommunikation.

### Konsekvenser

En successiv anpassning kommer att ske till rådande klimatförhållanden genom att utrustningen i systemen byts inom loppet av 10-12 år. I de fall man har kvar luftledningarna kan de





# Tekniska försörjningssystem

## Elsystem och kraftpotentialer

Vattenkraftverksystemet har mycket lång teknisk livslängd. Livslängd för stamnät bedöms variera mellan 80 och 100 år. Stationers livslängd varierar mellan 15 och 50 år.

Vindkraftverkens livslängd uppskattas till ca 20-30 år.

## Risker och känsliga klimatfaktorer

I fjälltrakterna är riskerna höga vid snö och storm. I Norrlands inland gäller detsamma för snö. Stamnätets ledningar påverkas kraftigt vid isbarksstorm, extrema is- och snölast med måttlig vind, extremt höga vindar utan is. Detsamma gäller för övrigt ledningsnät. Här tillkommer även vattentillgång i marken som en stabilitetspåverkande faktor. I händelse av extrema vädersituationer kan det uppstå svårigheter att distribuera reparations- och servicematerial till anläggningar som är ensligt belägna.

### FÖRSLAG TILL ANPASSINGSÅTGÄRDER

Ombyggnadsarbete omfattande lokala elnät genom att markförlägga dessa.

Om- och utbyggnad av kraftstationer och överföringskapacitet.

Studier för att identifiera anläggningar med risk för ras, skred och översvämningar.

Röjning samt breddning av ledningsgator inom regionala och lokal ledningsnät.

Förnyade korrosionsskydd för kraftledningsstolpar i områden med ökad nederbörd.

Säkerställ framkomlighet till ensligt belägna anläggningar.

## Konsekvenser av klimatförändringar

När det gäller förhållanden för elnätsdriften i Norrbotten, är fjälltrakterna mest utsatta. De förändrade nederbörds- och temperaturförhållandena kan resultera i att överföring kan komma att störas. Även den ökade tillväxten av vegetation kan skapa problem för luftledningar. Vid längre perioder med vattenmättad mark kan sättningsskador uppstå.

## Dammar

Livslängden är lång och löper med all sannolikhet till tid efter år 2100.

## Konsekvenser av klimatförändringar

Klimatförändringarna kan resultera i en förändrad tillrinningscykel: högre tillrinning under de kalla månaderna och mindre under de varma. När nederbörden ökar, och sker vid andra tillfällen än idag, kan det innebära större känslighet och därmed ökad risk då magasinerna redan är välfyllda.

Om fjällmagasinen når en fyllnadsgrad på 80-90 procent uppstår en situation där man är extra känslig för stora nederbörds mängder på stora områden. Risk finns då för att behöva tappa vatten från dessa magasin samtidigt som man behöver ta hand om höga vattenföringar ifrån biflöden. Trycket på spillvägar kan komma att öka och användas oftare under vintern.

Ökad avrinning, och då särskilt vid hög fyllnadsgrad i magasinerna, kan leda till ökade översvämningssproblem för bland annat bebyggelse, då vattendraget uppträder som oreglerat. Detta kan leda till ökade förväntningar från allmänheten på flödesdämpning, vilket de svenska vattenkraftdammarerna inte är konstruerade för. Dämpning kan öka riskerna för dammen genom att magasinens dämpande kapacitet eventuellt utnyttjas innan tillflödet kulminerat. För att flödesdämpning ska bli effektiv och säker ställs det stora krav på bl.a. marginaler och kunskap, på vattendragets hydrologi och dammars förmåga att motstå och släppa fram höga flöden.

Dammsäkerheten måste prioriteras framför intresset att dämpa flöden för att minska översvämningsproblem. När det gäller dammsäkerhet är extrema flöden den klimatfaktor som är dominerande. De ökade nederbördsmängderna och flödena kan komma att förändra förutsättningarna för tidigare beslutade vattendomar.

Det finns stora osäkerheter kring det framtida klimatet men detta bör inte hindra att nödvändiga dammsäkerhetshöjande åtgärder vidtas. På grund av dessa osäkerheter bör dessutom flexibilitet och marginaler skapas där så är lämpligt.

Det är svårt att dra några generella slutsatser om hur de dimensionerande/beräknade flödena kommer att påverkas av en klimatförändring. Det finns en risk att ökningen av dagens 100-årsflöden i fjällen i framtiden kan fortplanta sig i hela vattendragen ner till mynningen. Risker för dammbrott vid mindre dammar och invallningar kan komma att öka.

#### FÖRSLAG TILL ANPASSINGSÅTGÄRDER

Utveckling av analyser för höga flöden och risker i de reglerade vattendragen beträffande ett förändrat klimat. Studier och jämförelser av inträffade flödessituationer och beräknade dimensionerade flöden.

Översyn av dammsäkerhetsområdet avseende om det nuvarande systemet svarar mot de krav som dagens och framtidens klimat kan komma att ställa.

Inventera alla dammar inom länet och utreda ägar- och ansvarsförhållandena.

Dammägare bör tillse att framkomlighet till dammar säkras.

Analys av tillrinningsmönster.

Förmedla kunskap om klimatförändringar till ansvariga dammägare.

För gruvdammar behöver konsekvenser av dammbrott och ägandeförhållande utredas.

För att minska graden av osäkerhet bör beräkningsförutsättningarna ses över regelbundet. Osäkerhet får inte hindra att säkerhetshöjande åtgärder vidtas.

Uppföljning och analys av inträffade klimatändringar.

## Värme- och kylbehov

### Konsekvenser av klimatförändringar

Den ökade temperaturen i norra Sverige under vintern och den minskade solinstrålningen sommartid, innebär att det framtida behovet av energi för uppvärmning av hus sannolikt minskar i norra Sverige.

För övre Norrland bedöms energibehovet för uppvärmning av hus minska enligt följande:

Period	Minskat energibehov för uppvärmning
2011-2040	12 %
2041-2070	18 %
2071-2100	28 %

När det gäller komfortkylning bedöms behovet främst finnas för lokaler i södra och mellersta Sverige. För bostäder har motsvarande bedömning inte gjorts. På lång sikt bedöms komfortkyla förekomma i 50 % av lokalerna i norra Sverige. Efterfrågan på komfortkyla bedöms bero till liten del på klimatet. Vissa lokaler med mycket apparater eller processer som alstrar värme kan även ha kylbehov vintertid.

#### FÖRSLAG TILL ANPASSINGSÅTGÄRDER

För att tillvarata de positiva effekterna av det varmare klimatet bör möjligheten till energieffektiviseringar utredas, då det finns en stor energieffektiviseringspotential både för befintliga och nya fastigheter.

## Fjärrvärme

### Livslängd

Ekonomisk livslängd är normalt 30 år men kan vara både kortare och längre, beroende på kvalitet. De tidigt anlagda fjärrvärmeledningarna bör sannolikt bytas ut inom en inte alltför lång tid.

### Känsliga klimatfaktorer

Fjärrvärmedistribution är framför allt känslig mot kraftiga nederbördsmängder, översvämningar och höga grundvattennivåer.

### Konsekvenser av klimatförändringar

Vid ökade nederbördsmängder och efterföljande grundvattenhöjning kan fjärrvärmeledningar och stödkonstruktioner bli utsatta för väta i sådan omfattning att livslängden förkortas.



Troligt är att den ökade vattenmängden även leder till markförskjutning, vilket kan leda till allvarliga påfrestningar på fjärrvärmeledningar. Översvämningar i ledningsnät dragna i tunnel-system kan leda till fjärrvärmeavbrott. Med ökade mängder regn och vatten som kommer i kontakt med ledningar, ökar risken för störningar främst för äldre ledningar i närheten av produktionsanläggningar. Fjärrvärmeproduktion är beroende av fungerande infrastruktur och om den drabbas av störningar påverkas förmågan till leverans.

#### FÖRSLAG TILL ANPASSINGSÅTGÄRDER

Branschorganisationer rekommenderas att uppdatera anvisningar för hur fjärrvärme- och kylsystem ska byggas, så att det framgår hur anpassning till ett förändrat klimat ska ske.

Identifiera vilka fjärrvärmesträckningar som är särskilt känsliga för klimatförändringar.

Ersätta svaga punkter i dagens lednings system med produkter som håller rätt konstruktion och kvalitet.

## Dricksvatten

### Konsekvenser

Klimatförändringarna orsakar sannolikt ökade nederbörds mängder, efterföljande möjliga översvämningar och höjda grund- och ytvattennivåer. Detta ökar risken för att föroreningar hamnar i vattentäkter och tillrinningsområden.

Föroreningar kan komma från trafikerade vägar (ökad saltning), förorenade markområden, översvämmade cisterner, avloppssystem, betesmark, deponier, industrier och industrimark, förorenade sediment i sjöar och vattendrag, reningsverk, dagvatten, bensinstationer, m.m. Varierande grundvattennivåer gör att kemiska förhållanden i marken påverkas avsevärt och de flesta markföroreningar blir då betydligt mer mobila.

Föroreningarna kan ge akuta problem av mikrobiologisk karaktär och vattenburen smitta genom encelliga parasiter och virus. De kan också vara av karaktären ”miljögifter” som kan ge mer eller mindre permanenta skador på en vattentäkt. Speciellt grundvattentäkter med långsamma flöden och med fastläggning av föroreningar i marken kan skadas för mycket lång tid.

Den relativt enkla beredning av dricksvatten som sker idag vid vattenverk, kommer sannolikt inte att räcka i framtiden och de klordoser som används för närvarande är i stort sett verkningslösa mot parasiter och har liten effekt på virus. Dessutom är många svenska ytvattenverk känsliga för mikrobiell kontaminering av täkterna, vilket i kombination med brister i övervakningssystem ökar risken för kontaminering och vattenburna sjukdomsutbrott.

Högre temperaturer, längre tider med isfria sjöar och vattendrag samt ökad avrinning, innebär att både övergödning och humushalt kan komma att öka. I de fall det sker en ökning av humusämnen i vattnet, möjliggörs även en ökad partikelbunden spridning av föroreningar. I kombination med jonsvavare vatten ökar risker för minskad virusreduktion i vattnet.

### Ytvatten – konsekvenser

- Ökande humushalter, grumlighet, närsalter, tillväxt av blågrönalger och ökad risk för syrebrist.
- Översvämningar ökar risken för att mikrobiella och kemiska föroreningar kan mobiliseras och spridas i ytvattentäkten.

### FÖRSLAG TILL ANPASSNINGÅTGÄRDER

För att klara Sveriges vattenförsörjning från alltför stora negativa effekter av klimatförändringar, är skydd av vattentäkter och dricksvattenförekomster sannolikt det enskilt viktigaste inslaget. Ytterligare skydd kan uppnås genom kommunal och regional fysisk planering, utfärdande av föreskrifter samt genom tillsyns- och tillståndsförfarande.

Vattentäkter och täkternas tillrinningsområde bör skyddas mot ökande risker för både kemiska och mikrobiologiska föroreningar. Det är rekommenderat att vattentäkter som försörjer mer än 50 personer eller producerar mer än 10 m<sup>3</sup> per dygn ska omfattas av vattenskyddsområde. Skydd, åtgärder och rutiner bör främst inriktas på förebyggande åtgärder såsom att undvika att råvattenkvalitet och tillgång inte försämrars under normala förhållanden men även vid extremväderlek och vid klimatförändring.

Vid lokal och regional fysisk planering bör man beakta risk för förorening av vattentäkt. Vid avvägningar ska det ändamål prioriteras som på lämpligaste sätt främjar en långsiktig hushållning med mark och vatten.

Planera för avledning och omhändertagande av dagvatten så det inte släpps ut orenat till ett vattendrag sammanhängande med dricksvattenförekomst,

Kartlägg och analysera sårbarheter och risker i de lokala förhållandena för varje vattenförsörjningssystem.

För både kommunal vattenförsörjning och ägare av privata/enskilda vattentäkter finns ett behov av utbildnings- och informationsinsatser om klimatförändringarnas betydelse och risker för vattenförsörjningen.

För enskild vattenförsörjning: Behovet av rening kommer att öka. Åtgärder som föreslås är informationsinsatser och skyddsåtgärder, samt utökad provtagning av vattenkvalitet.

Där behov finns, bör den mikrobiologiska säkerheten vid beredning av dricksvatten i vattenverken ökas.

Upprätta strategier för att kunna hantera störningar på grund av extremväder eller andra effekter av klimatförändringar som kan påverka vattentäkter, vattenverk och distributionsanläggningar.

- Hög råvattentemperatur innebär att risken för mikrobiell tillväxt ökar. Klor och andra desinfektionsmedel tappar effekt vid höga vattentemperaturer.

### Grundvatten – konsekvenser

- Låg omsättningstakt i grundvattentäkter innebär hög känslighet för föroreningar. Små och frekventa föroreningar kan ackumuleras och på sikt orsaka allvarliga problem.
- Höjd grundvattennivå kan innebära ökad risk för virusmitta i de anläggningar som har ett fåtal meter omättad zon.
- Vid höga nivåer i ytvatten eller vid översvämningar ökar infiltrationen. Detta medför ofta betydligt kortare uppehållstider och därmed ökar också riskerna för virusmitta.

### Ledningsnät – konsekvenser

- Överbelastade dag- och avloppsvattenledning- ar kan vid skyfall orsaka ras och skred samt skador på dricksvattenledningar då de i regel ligger i samma ledningsnät.
- Häftiga regn och skyfall kan orsaka ras och skred som kan skada ledningsnät.
- Vid samtidiga strömbrott och översvämningar kan föroreningar läcka in i dricksvattenledningar.

### Konsekvenser för enskild vattenförsörjning

1,2 miljoner invånare i Sverige har enskild/privat vattenförsörjning. Enskilda brunnar kommer att påverkas på samma sätt som andra brunnar och vattentäkter. Ett problem i sammanhanget är att kontroll av enskilda brunnar i regel är betydligt sämre än för dricksvatten från större anläggningar. Många brunnar behöver redan idag åtgärdas eller ersättas på grund av kvalitetsproblem. Detta kan ytterligare förvärras som en följd av klimatförändringar.

## Förorenings-spridning vid ras och skred

### Konsekvenser

Ändrade nederbördsförhållanden, yt- och grundvattennivåer ökar risken för erosion, ras och skred, vilket kan frigöra kemiska ämnen och smittämnen. Markföroreningar som idag ligger relativt orörliga i marken kan, som en följd av ras, skred och erosion, komma upp i markytan, där de kan utgöra ett hot mot människor och djur på plats eller längre ned i vattnets flödesriktning. Spridning av föroreningar riskerar påverka ekosystem, dricksvattenkvalitet, jordbruksmark, fiske m.m.

De områden och verksamheter som kan bidra till en spridning av föroreningar vid översvämning eller ras, skred och erosion är bl.a. förorenad mark, deponier, industrier och industri- mark, avloppsrening, bensinstationer, upplag av miljöskadliga ämnen m.m. Förorenad mark kan vara områden för soptippar, deponier, gruvavfall, gamla bensinstationer, impregneringsanläggningar, föroreningar avsatta i sediment i sjöar och vattendrag m.m.

Gruvor och gruvavfall innehåller stora mängder metaller som vid en spridning i miljön skulle ge stor påverkan på miljön och kunna förorena vattentäkter m.m. Generellt anses inte gruvor utgöra någon risk för förorening vid översvämningar. Den största risken vid äldre eller pågående gruvverksamhet uppstår vid dammbrott i sandmagasin eller andra olyckor som påverkar gruvavfall.

### FÖRSLAG TILL ANPASSINGSÅTGÄRDER

För att kunna fastställa om föroreningskällor och dricksvattentäkter ligger inom översvämningshotade områden behövsunderlag i form av uppdaterade översvämning- skarteringar.

Länsstyrelserna bör inom ramen för utvidgat ansvar för klimatanpassning kartlägga kända deponier, industrimark och antraxgravar etc. mot bakgrund av de ökade översvämning- risken. Särskilt riskerna för förorening av dricksvattentäkter och betesmark bör uppmärksammas.



# Bebyggelse och byggnader

## Översvämning av strandnära bebyggelse

### Konsekvenser vid älvar och vattendrag

Flöden orsakade av lokal extrem nederbörd väntas bli vanligare i hela landet till följd av klimatförändringarna. Sedan början av 1990-talet har vid flera tillfällen höga flöden och översvämningar inträffat på grund av långa och intensiva regnperioder som inträffat vid andra årstider än vid vårfloden.

Höga flöden i fjälltrakterna kan fortplanta sig längs vattendragen med översvämningar som följd. Reglerade vattendrag kan uppträda som oreglerade om t.ex. långvariga regn inträffar efter en kraftig vårflod och fyllnadsgraden i magasinen redan är hög.

### Konsekvenser för havsnivåer

Landhöjningen efter Norrbottenskusten förväntas kompensera höjningen av havsnivån.

På grund av Norrbottenskustens flacka topografi blir följderna av ökad havsnivå mer omfattande än vid höglänt kust.

### Val av åtgärd

Val av åtgärd styrs av hur tidigt ett flöde kan förutsägas och hur snabbt vattnet stiger. Snabba flöden och hastigt stigande vatten kräver mer permanenta lösningar. Utdikning och dränering av våtmarker minskar buffertkapaciteten vid höga flöden. Om man invallat områden längs vattendrag uppströms kan det orsaka översvämningar nedströms.

## Ras, skred och erosion

### Konsekvenser

Som en följd av klimatförändringar bedöms stora områden i Sverige få ökad benägenhet för ras och skred. Skred och ras är de jordrörelser

## FÖRSLAG TILL ANPASSINGSÅTGÄRDER

**FYSISK PLANERING.** Ett säkert och effektivt sätt att undvika översvämningsskador är att inte bygga inom områden som riskerar att översvämmas. Då bebyggelse har mycket lång livslängd är det viktigt att tidigt beakta de förändrade hydrologiska förutsättningar och osäkerheter som finns kring klimatets utveckling och konsekvenserna för markens användbarhet för bebyggelse.

Vid översikts- och detaljplanering bör kommuner och fastighetsägare väga in effekter av förändrat klimat och vid osäkra förhållanden kan ökade säkerhetsmarginaler behöva användas. När risk för naturolyckor kan förutses ska förebyggande åtgärder övervägas och planeras.

Vidta åtgärder för att kunna dämpa flödet genom ändrad hantering av reglering, alternativt avledning till andra områden.

Öka avbördskapaciteten genom ökning av vattendragets tvärsnitt, ombyggnad av dammar, skapa alternativ fåra.

Invallning.

Uppfyllnad/höjning av fastigheter.

Anpassning av byggnader samt av nyttjandet.

Lågt belägna befintliga bebyggelseområden kan riskera att i en framtid behöva vallas in och dag- och dränvatten pumpas.

som kan drabba den bebyggda miljön med störst konsekvens. Ett skred i bebyggd miljö kan påverka i olika grad, allt ifrån att inte innebära någon fara, till påverkan av stora områden, bebyggelse, infrastruktur och kanske förlust av människoliv.

Skred och ras äger rum på sluttande mark och kan i många fall vara en följd av tidigare erosionsangrepp då borttransporterat sediment ansamlats och bildat sluttningar som angränsar till vatten. Bebyggelse på sådana platser kan innebära fara, då konsekvenser av ökad nederbörd och förändrade vattenflöden kan bli stora på sådana områden. Det borttransporterade sedimentet kan även förorsaka igensättning av trummor och på så sätt orsaka översvämningar.

I slänter med grova jordar, främst morän, kan skred uppstå när jorden är vattenmättad efter kraftig nederbörd eller i samband med snösmältning. Moränskred är vanligt förekommande i fjälltrakterna och i glest befolkade områden.

Ravinutveckling är vanlig främst i områden med siltjord men kan även förekomma i morän-, sand-, eller lerjord. Raviner bildas genom erosion och kan äga rum både snabbt och långsamt. Ravinbildning sker i regel i områden där det inte utgör hot mot bebyggd miljö.

I norra Norrlands fjälltrakter kommer benägenheten för moränskred och slamströmmar att öka beroende på ökad nederbörd sommartid och högre frekvens av intensiva regn och därmed ökad erosion.

Länsstyrelsen har gett Statens geotekniska institut (SGI) i uppdrag att identifiera områden i länet där klimatförändringar kan komma att medföra ökade risker för naturolyckor. Uppgifter om klimatförändringar utgår från den separata klimatanalys för Norrbottens län som utförts av SMHI på uppdrag av Länsstyrelsen.

Med utgångspunkt från befintliga uppgifter har områden i Norrbottens län översiktligt identifierats. Det gäller områden med förut-

#### FÖRSLAG TILL ANPASSNINGÅTGÄRDER

Begränsa framtida risker för bebyggelse som kan orsakas till följd av klimatförändringar genom kommunal fysisk planering enligt PBL.

Öka säkerhetsmarginalerna för att säker lokalisering av bebyggelse ska kunna göras.

Genomför kompetenshöjning, myndighetsstöd och informationsspridning för den kommunala sektorn.

Utför fördjupade analyser för de områden där det föreligger risk för ras och skred för att under laget ska kunna användas i planering av bebyggelse och potentiella exploateringsområden.

Initiera förstärkningsåtgärder i bebyggda områden med grov- och finkorniga jordar där risk föreligger. Exempel på förstärkningsåtgärder: Stödfyllning, schaktning, utfläckning, förstärkning med cementpelare, sänkning av grundvattentryck, jordspikning, dräneringssystem, etablering av vegetation, dammar, erosionstrappor, sedimentationsdammar, kanalisering av strömfåra.

Etablera inte ny bebyggelse på områden som är hotade eller kan komma att bli hotade.

I de fall det uppenbaras att befintlig bebyggelse är etablerad i riskområden kan det bli aktuellt att flytta eller riva hotade hus.

Vid översikts- och detaljplanering ska kommunen ta nödvändig riskhänsyn så att exploatering endast tillåts inom lämpliga områden och säkerhetsmarginalerna är tillfredsställande.

Høj kvaliteten, sammanställ och tillgängliggör planerings- och beslutsunderlaget för fysisk planering. Med detta avses översiktliga översvämningsskarteringar och stabilitetskarteringar.

Länsstyrelserna bör i sitt arbete med översikts-, detalj- och infrastrukturplanering ta ökad hänsyn till konsekvenser av klimatförändringar.

Kommunerna bör identifiera, prioritera och analysera områden med risk för översvämning, skred, ras och erosion samt behoven av åtgärder.

Kommuner och berörda fastighetsägare bör inom riskområden genomföra åtgärder för be redskap och anpassning av bebyggd miljö för att undvika skador och minska konsekvenser av översvämning, skred, ras och erosion.



sättningar för erosion, skred, ras, slamströmmar och översvämning, vilket kan medföra skador på bebyggelse och infrastruktur samt påverka områden med miljöfarlig verksamhet och förorenad mark. Resultat presenteras i utredningen *Norrbottnens län, Översiktlig klimat- och sårbarhetsanalys – naturolyckor (dnr 2-1006-0454)*.

Utredningen är avsedd att användas som ett underlag för Länsstyrelsens regionala klimatanpassningsarbete, vid arbete med kommunernas risk- och sårbarhetsanalyser och fysiska planering, samt för aktörer i länet med ansvar för samhällsviktig verksamhet.

Länsstyrelsen har även uppdragit åt SGI (Sveriges Geotekniska Institut) att utveckla tidigare genomförda stabilitetskarteringar. Resultat för länets kommuner finns tillgängliga i rapporten *Sammanställning av utförda förstudier och översiktliga stabilitetskarteringar för bebyggda områden (2011-10-10)*. Resultat har även tillgängliggjorts i GIS.

## Dagvattensystem och bräddning av avloppsvatten

### Livslängd

Ledningarnas livslängd varierar och är avhängigt markförhållanden, anläggningssätt och kvalitet. Förnyelse sker oftast successivt.

För avloppsnät är medianåldern ca 35 år. Vid utbyggnad av ledningsnät har man bedömt den tekniska livslängden till ca 50 år. Noggrant anlagda rörledningar beräknas ha en teknisk livslängd på minst 100 år.

### Konsekvenser

I ett förändrat klimat kommer avloppssystemen att belastas kraftigt på grund av ökade regnmängder och en omfördelning av nederbörd till höst, vinter och vår när avdunstningen är låg och marken är vattenmättad. Dessutom riskerar ledningarna att bli överbelastade vid extrema skyfall. Riskerna ökar för bakåtströmmande vatten med källaröversvämningar som följd, liksom för bräddning av avloppsvatten med åtföljande hälsorisker.

I ledningssystem där spill-, dag- och dräneringsvatten avleds i gemensam ledning, finns en översvämningrisk vid överfyllda system.

Korttidsnederbörd är av stor betydelse för avloppssystemens funktion då intensiva, kortvariga regn ger ökade volymer att avleda, med risk för översvämning och bräddning. Avledning av dagvatten försvaras om recipienten dämmer längre in i systemet. Förmågan att avleda dagvatten och dränera bebyggda områden i tätortsområden påverkas.

Den ökade avrinningen och tillförseln av tillskottsvatten till avloppssystemen innebär stora konsekvenser för avloppsreningsverken som

#### FÖRSLAG TILL ANPASSINGSÅTGÄRDER

Avloppshanteringen måste säkerställas tidigt i kommunernas planprocess genom att väga in konsekvenser av framtida klimatförändringar avseende krav på höjdsättning av mark och högsta tillåtna nivå för vatten och avlopp. Här rekommenderas att försiktighetsprincipen tillämpas.

Då klimatförändringarna sker långsamt finns möjlighet till anpassning av dagens VA-system genom de förbättringsåtgärder som sker fortlöpande. Troligt är att en ökning av nederbördsintensiteterna endast kommer att drabba delar av existerande avloppssystem och möjligen kommer nya kritiska områden att uppträda. Sannolikt behöver anpassningsåtgärder endast omfatta delar av VA-systemet.

Dagvattensystemen bör anpassas så att befintlig bebyggelse inte översvämmas av bakåtströmmande vatten från recipient. Fastigheter kan skyddas genom att förse ledningar med backventil eller pumpar.

Dagvattenhanteringen bör vara lokalt inriktad med inslag av öppna lösningar. Tillsammans med en genomtänkt höjdsättning av hela bebyggelseområdet kan risken för översvämningar därigenom minskas.

I nybyggnadsområden och även i vissa befintliga områden är det viktigt att försöka minska mängden dagvatten i ledningssystem vid överbelastning. Detta kan göras genom avledning till mindre känsliga områden eller avledning ytligt på säkert sätt, samt genom att behålla grund vattenbalansen och göra bebyggelseområdena tåliga mot kraftig nederbörd.

Utred förutsättningar för genomförande av upprustning av de privata VA-ledningarna med anledning av konsekvenser av klimatförändringar.

måste ta hand om förhöjda flödesvolymen under lång tid. Även andra enheter i avloppssystemet kommer att belastas.

I ett förändrat klimat, med ökad nederbörd och framför allt ökad frekvens av intensiva skyfall, kan ledningskapaciteten stundtals överskridas. Detta kan innebära mer frekventa och mer omfattande bräddningar genom att överskottsflödet passerar orenat, men utspätt med regnvatten, till recipienten via bräddutlopp. Om detta sker vid avloppsreningsverk kan det resultera i ökad mikrobiologisk belastning med åtföljande hälsorisker för råvattnet.

## Byggnadskonstruktioner

### Livslängd

Stommen i en byggnad har i regel en livslängd på långt mer än 50 år, medan ytskikt måste bytas betydligt tidigare.

### Konsekvenser för byggnader

Nederbördens ökade intensitet och förändrade frekvens, det ökade antalet nollgenomgångar

under vinterperioden och den ökade luftfuktigheten i norr, bedöms orsaka ökat antal frostsprängningar, ökad risk för fukt-, korrosions-, och rötskador samt ökat slitage. Kombinationen högre luftfuktighet och ökad temperatur ger ökad risk för mögel, röta och insektsangrepp. Den ökade luftfuktigheten innebär att skador i krypgrunder kan uppstå.

En ökning av intensiv nederbörd innebär att sannolikheten för fuktskador ökar. Om fasaden består av tegel, puts eller kalksandsten, och den blir uppfuktad, finns risk att fukt leds vidare till trämaterial och gipsskivor, vilket ökar risken för mögel och röta. Påföljande nollgenomgångar kan orsaka frostsprängningar.

Träfasader behöver vanligen underhållas med ett intervall på 10 år. Med ökad solstrålning och nederbörd är det troligt att underhåll behöver utföras oftare.

Fönster påverkas av intensiv nederbörd där eventuella otätheter i anslutning till fönstret gör att vatten kan läcka in i väggen eller i fogen mellan karm och vägg. Även andra delar i fönsterkonstruktionen, som kittfalsar och skarvar, är känsliga för intensivt regn. Träfönster som

## FÖRSLAG TILL ANPASSINGSÅTGÄRDER

Val av material och ytbehandling för fasader och tak måste göras med hänsyn till förväntade klimatförändringar.

En hög luftfuktighet kombinerad med en hög temperatur kan ge ökade problem av mögel, bakterier, röta, korrosion och insektsangrepp. Ändrade konstruktioner och material kan bli nödvändiga.

Vid placering av ny bebyggelse är det viktigt att vara medveten om vilka nivåer på vattenytan som kan förväntas.

Avvattningssystem måste anpassas till förändrade nederbördsmängder.

För att motverka röta, mögel och andra fuktskador i byggnader och byggnadsmaterial bör s.k. fuktskyddsprojektering göras.

För att minska påverkan på fönster från regn bör fönstret placeras så långt in från fasadlivet som möjligt. Vid projektering av fönster är det viktigt med korrekt avvattning i överkant och rätt utformade tätningar, materialval och ytbehandling.

Taksprånget bör utformas så att fasad och fönster inte får vatten från taket.

För att minska risken för mögelskador i kryprum kan man värma grunden eller avfukta luften.

Vid nybyggnad bör man isolera kantbalken utvändigt samt lägga isolering på marken och ventileras grunden med inomhusluft (s.k. varm grund). Även vid kalla krypgrunder är isolering på marken en fördel.

Genom att installera backventil kan man skydda fastigheter från att drabbas av tillbakaströmmande vatten från golvbrunnar.

Avrinnings- och avloppssystem behöver dimensioneras och anpassas för att klara förväntad ökad nederbördsmängd.

Beakta dimensionering för snölast.



är målade kräver samma underhållsintervall som fasader. Om kondens uppstår finns risk för fuktskador.

I en situation då stora snömängder uppstår vid kyla och vind från ett isfritt hav vintertid, kan 'snökanon'-situationer uppstå (jfr Gävle på 1990-talet och Kalmar 2006 då stora snömängder uppstod vid kyla och vind från havet).

Takmaterialets varaktighet påverkas av temperatur och nederbörd. Papptak är känsliga för vattensamlingar och höga temperaturer. När det gäller plåttak är det viktigt att beakta temperaturrörelser.

#### **Äldre och kulturellt värdefulla byggnader**

Kulturellt och historiskt värdefull bebyggelse kan drabbas av samma problem som övrig bebyggelse vid klimatförändringar. Det handlar om skador orsakade av ökad vattenföring och översvämningar, mögel, röta och frostsprängningar. Även inomhusmiljön kan komma att påverkas.

Förutsättningen för att äldre byggnader bevarats relativt väl är att de varit anpassade till rådande klimatologiska förhållanden. Ändras dessa finns risk att en snabbare nedbrytning kommer att inträda om inte underhållsåtgärder sätts in.

Ökade temperaturer och höjd luftfuktighet påverkar naturligtvis även inomhusmiljön, inte minst i byggnader som helt eller delvis står ouppvärmade, t.ex. kyrkor och slott. Detta kan orsaka mögelpåväxt på byggnadsmaterial och inventarier som förvaras i byggnaderna. Sammanfattningsvis bedöms behovet av underhåll av kulturhistoriskt värdefull bebyggelse komma att öka.

**Länsstyrelsens kommentar: Mycket av den äldre bebyggelsen på landsbygden ligger längs med sjöar och vattendrag. Ökade vattennivåer kan därför komma att påverka ett stort antal kulturmiljöer negativt.**



# Areella näringar och turism

## Skogsbruk

### Konsekvenser

Det allmänt varmare klimatet, en längre vegetationsäsong och ökad koldioxidhalt i atmosfären väntas föra med sig att tillväxten av tall, gran och björk successivt ökar så att den i slutet av seklet kan vara cirka 20-40 procent större än idag. Ökningen väntas bli relativt sett störst i norra delarna av Sverige.

Gran och björk förbättrar sin konkurrenskraft gentemot tallen i Norrland och de flesta lövträddarter kommer att expandera norrut i takt med att klimatet förändras. En risk förenat med snabb tillväxt är att kvaliteten försämras på barrträdsvirket.

Den ökade nederbörden på marker med grova sediment och moräner förväntas innebära att vattentillgången möjligen blir något mindre tillväxtbegränsande i genomsnitt i Norrland.

Det förändrade klimatet leder inte enbart till ökad tillväxt eftersom nederbördsökningen innebär att en viss försumpning kan ske i delar av Norrland, vilket i sin tur påverkar tillväxtmöjligheten för skog negativt. Blötare förhållanden vintertid i kombination med minskad tjälförekomst kan också innebära ökad risk för stormfällning. Ett ökat produktionsbortfall kan även orsakas av ett varmare klimat genom att röt-, brand-, svamp-, insekts-, och viltskadorna förmodas öka.

Risken för skogsbrand kommer sannolikt att öka i hela landet till följd av en ökad frekvens av heta sommarperioder med stort vattenunderskott.

Snöbrott drabbar både barr- och lövträd genom att grenar belastas med stora mängder tung och blöt snö. Risken för snöbrott på träd är störst då snö faller vid temperaturer nära noll grader. Eftersom temperaturhöjningen på vintern är större i norr är det möjligt att risken för snöbrott under kommande decennier ökar i dessa områden.

Varmare och blötare vintrar med kortare tjälperioder kommer sannolikt att försvåra avverkning av virke och uttransport till bilväg

då mark och vägar blir instabila. Körning över fuktiga marker leder också till ökade problem med körsador på områden med rinnande vatten i skogslandskapet och ökar utlakningen av organiska ämnen, sediment och kvicksilver i avrinnande vatten.

Den förändrade tjälperioden innebär också en ökad belastning på vägtrummor och väggropparnas stabilitet samt en reduktion i vägnarnas tillgänglighet.



## FÖRSLAG TILL ANPASSINGSÅTGÄRDER

För att minska risken för vindfällning kan gallring utföras på sådant sätt att förutsättningar skapas för mer stormfast skog i vindutsatta bestånd. Här kan samverkan ske med rågångsgrannarna i avverkningsplanering.

Då skogsbränder sannolikt ökar, kommer förebyggande insatser att bli allt viktigare.

I syfte att motverka de negativa konsekvenserna av minskad tjälförekomst på vägnät kan det vara aktuellt att höja standarden på skogsbilvägar liksom att nyanlägga skogsbilväg.

För att minska belastningen på skogsbilvägar under perioder med begränsad bärighet, kan det vara aktuellt för skogsindustrierna att skapa ökade lagervolymer.

Undvik skador på avrinnande vatten vid drivningsplanering genom att bygga miljösäkra överfarter över vattendrag och tillämpa skonsam körning genom att inte köra nära ytvatten eller i utströmningsområden.

Genomför återkommande och omfattande informationsinsatser till enskilda skogsbrukare om klimatförändringarna och dess effekter på skogen. Skogsstyrelsens regionala organisation i samverkan med skogsnäringens organisationer är en viktig kanal för detta arbete.

Fortsatt utveckling av kostnadseffektiva miljövänliga metoder att motverka angreppen och spridning av rotröta och snytbagge.

Minska risken för stora ekonomiska förluster genom ökad variation i skogsbruket för att sprida riskerna. Detta kan innebära att man:

- ger fler träslag plats i skogen
- bibehåller eller ökar arealen av blandbestånd
- sköter skogen för ökad stormfasthet i vindutsatta lägen
- ökar variationen i proveniens (fröets geografiska ursprung) vid plantering/sådd
- varierar gallringsregim, omloppstider och avverkningsregim (t.ex. via kontinuitets-skogsbruk) utanför de mer traditionella valen (men innanför lagens gränser)
- förbättrar sitt försäkringsskydd

Skyddet för skogens biologiska mångfald bör öka, speciellt i följande avseenden:

- skydd/hänsyn som bibehåller möjligheter till bevarande av skyddsvärda skogslevande arter, och som underlättar förskjutningar i deras utbredningsområden
- utvecklad planering och teknik för körning i skogsmark och för skydd vid överfarter över vattendrag

## Jordbruk

### Känslighet

Häftig kortvarig nederbörd eller alltför mycket vatten kan skada växtodling eller hämma tillväxten allvarligt. En stor del av animalieproduktionen är i hög grad beroende av säker strömförsörjning för ventilation, utfodring, mjölkning m.m.

### Konsekvenser

Ökad nederbörd och temperatur förlänger vegetationsperioden och innebär att odlingsförutsättningarna förändras. Den svenska åkermarkens konkurrenskraft för mat- och

foderproduktion kan komma att stärkas genom gynnsammare klimatförhållandena och förmodad efterfrågeökning. Detta kan innebära att jordbruksarealerna ökar i Sverige.

Den ökade temperaturen gör att tillväxten på våren börjar i mitten av april i övre Norrland, och vårbruket kan komma i gång i andra delen av april. Skörden av den vårsådda grödan bedöms bli ca tre veckor tidigare än idag. För vårkorn skulle detta innebära andra halvan av augusti. Höstsådden kan komma att fördröjas i samma utsträckning.

Den ökade nederbördsmängden och ändrade periodiciteten innebär en risk för att kapaciteten hos anläggningar för markavvattning inte

kommer att räcka till. Detta kan resultera i försenad vårsådd, ökad risk för skadedjursangrepp, ogräsproblem och skador på höstsådda grödor. Extrema väderförhållanden som översvämningar eller långvarig torka kan orsaka betesbrist.

Då klimatet under vintern förväntas bli mildare kan insekter komma att gynnas och följaktligen bli talrikare under våren. Insekter skadar grödan direkt genom att de livnär sig på denna och indirekt genom att de sprider virussjukdomar. Problemen kommer att drabba hela landet men ökningen tros bli större i torrare områden och i södra Sverige.

Svampsjukdomar gynnas av både temperatur och fukt. Det förväntas stora skillnader mellan regioner när det gäller den framtida ändrade fuktsituationen. Höstsåden kommer att vara speciellt utsatt då den har en lång infektionsperiod på hösten. I områden med relativt torr försommar kommer effekten för vårsådden att bli mindre än i dagsläget. För norra Sverige kommer utveckling och spridning av svampsjukdomar få ökad betydelse pga. ett allmänt fuktigare och varmare klimat.

Förekomst av potatisbladmögel och problem med odling av potatisutsäde väntas öka i norra Sverige.

Vid extremväder och översvämningar riskerar elsystemen att drabbas av störningar. Detta kan i sin tur leda till allvarliga konsekvenser för djurhållning.

## Fiskerinäring

### Konsekvenser

Stora förändringar i fisksamhällen kan förväntas mellan olika kustområden vid en klimatförändring med temperaturökning på 2,5 till 4,5 grader. Beroende på djupförhållandena i den aktuella miljön kommer varmvattenarternas (abborre, gädda, gös och karpfiskar) levnadsutrymme att norrut öka starkt på bekostnad av kallvattenarternas (röding, lake, nors, siklöja, sik, harr, lax och öring).

Söt- och kallvattenarter som sik, siklöja och öring är höstlekare. Mildare höstar och vinturar medför kortare isperiod, vilket resulterar i sämre förutsättningar för romutvecklingen. Dessutom kan fiskäggen komma att kläckas tidigt på våren när utvecklingen av djurplankton inte kommit i gång tillräckligt.

Med högre sommartemperaturer blir temperaturskiktningen sommartid kraftigare och

## FÖRSLAG TILL ANPASSNINGÅTGÄRDER

Den förändrade nederbörden vad beträffar mängd och periodicitet kommer att ställa nya krav på dränering och bevattning. I vissa fall kan det även bli aktuellt med invallningar för att skydda områden.

Skyddsåtgärder som markavvattning, ändringar av invallningar eller vattenuttag fordrar ändrade tillstånd eller ibland nya vattendomar. Att ändra tillstånden och vattendomarna kan i många fall vara en komplicerad process. Den ursprungligen avsedda funktionen som tillståndet eller vattendomen en gång avsåg att säkerställa, kommer i många fall inte att kunna upprätthållas i ett förändrat klimat.

Det varmare klimatet medför att förutsättningarna för djurhållning förbättras i allmänhet. De lokaler som används för främst gris- och fjäderfäuppfödning bör anpassas för större möjligheter till god ventilation.

Många jordbruksföretag är småföretag eller enmansföretag som i många fall har begrän-

sade möjligheter och resurser att inhämta information. Det finns därför anledning att genomföra informationsinsatser om klimatförändringar och effekter av ett förändrat klimat i jordbruket.

Ytterligare exempel på anpassningsåtgärder för att jordbruket ska kunna dra nytta av de förändrade betingelserna som klimatförändringarna för med sig:

.....  
Väderstyrd behovsanpassad gödsling och bekämpning.

.....  
Klimatstyrd växtodlingsplanering.

.....  
Klimatanpassade kvalitetsmodeller.

.....  
Nya sorter.

.....  
Alternativa odlingssystem och bekämpningsmetoder.

.....  
Alternativ jordbearbetning och markanvändning.



långvarigare. I kombination med ökad tillförsel av näringsämnen och förhöjd produktion ökar risken för syrebrist och svavelvätebildning i bottenvattnet.

Flera av de kallvattenanpassade arterna röding, lake, nors, siklöja, sik, harr, lax och öring är ekonomiskt viktiga. Avkastningen från fisket bedöms minska med cirka 10 % i Norrlands inland, då en förlust av öring och röding inte kompenseras av en ökning av varmvattenarterna.

#### FÖRSLAG TILL ANPASSNINGÅTGÄRDER

Negativa ekonomiska effekter av klimatförändringar kan motverkas genom att vandringshinder elimineras i vattenlandskapet för att stimulera arter att kolonisera lämpliga sötvatten.

**Länsstyrelsens kommentar: bör endast ske i de fall då det är antropogent orsakade vandringshinder som förhindrar spridning. Ev. åtgärder bör vägas mot andra intressen.**

Vattendrag bör restaureras så att de återfår sin funktion att bromsa och magasinera vattnet för att motverka negativa effekter av extrema flöden.

På kort sikt: fortsatt arbete med att begränsa fiskeuttag.

Bibehåll eller öka vandringsmöjligheter mellan och inom vattensystem. Alternativt kan man överväga artificiell spridning av fisk.

**Länsstyrelsens kommentar: bör endast ske i de fall då det är antropogent orsakade vandringshinder som förhindrar spridning.**

Den minskade salthalten i Östersjön gynnar t.ex. en art som siklöja, som är en mycket viktig art för fisket i Bottenviken. Även om den missgynnas av temperaturökningen, kommer dess utbredning söderut att gynnas.

En medeltemperaturökning på 2,5-4,5 grader och en mindre årstidsvariation, men större totalt utflöde i större vattendrag, innebär att betydande förändringar kan förväntas i Bottenhavets ekosystem i ett långsiktigt perspektiv. Detta är starkt påverkat av de stora älvorna och andra sötvattenflöden och kommer bl.a. att innebära genomgripande förändringar i förutsättningarna för de vandrande arterna mellan sötvatten och hav.

Lek och yngeluppväxt hos fiskarter som företar årstidsvandringar är anpassade till den ökning i planktonproduktionen som uppstår i samband med vår- och försommartoppar i flödena i såväl själva vattendragen som vid älvmynningsområdena. Fiskynglens överlevnad under tidiga levnadsstadier påverkas starkt av variationer i födotillgången i form av djurplankton. Klimatförändringen väntas innebära ökad avrinning med ökad uttransport av humus i havet, vilket kan leda till minskad djurplanktonproduktion.

På grund av högre vattentemperatur kan laxens tillväxtperiod i Östersjön komma att förlängas. Detta kan resultera i att laxarna könsmodnar och återvandrar till hemmaälven vid lägre ålder.

Uppmärksamhet bör även riktas mot att en art som lax i norrlandsälvar har ca 14-20 generationer på 100 år. Detta är en mycket kort tid för anpassning till nya levnadsförhållanden.

Då issäsongen förväntas minska med i genomsnitt två månader i Bottniska viken och då isutbredningen minskar, kommer detta att påverka levnadsbetingelserna för vikare och gråsäl.



## Rennäring

### Konsekvenser

De varmare och blötare vintrarna kan innebära ökade problem med is och skare vilket påverkar renens förmåga att nå föda. Tilläggsutfodring ökar risken för sjukdomsutbrott och dödlighet orsakad av påtvingad foderomställning.

Ökad nederbörd och höjd temperatur kan även innebära negativa konsekvenser för möjligheten att flytta renarna då flyttningslederna ofta går över istäckta vattendrag.

En förhöjd temperatur ger renarna problem då de inte trivs i värme.

Olika typer av insekter och parasiter som angriper renar kan komma att öka till följd av höjd temperatur och ökad luftfuktighet.

Vegetationsperioden förlängs och växtproduktionen under sommarbetet förväntas öka, vilket är positivt för renarna då barmarksbetet är mer näringsrikt än vinterbetet och det är under denna säsong som renen bygger upp sina reserver inför vintern. I norra Sveriges kustområde kan den förlängda snöfria perioden resultera i längre betesperiod och därmed ge ett högre betestryck i regionen.

Betetrycket kan komma att öka i fjällen som en följd av att kalvfjällsarealerna förväntas krympa.

I ett framtida klimat där vegetationsgränser flyttas norrut och tillväxttakten ökar, kan det bli aktuellt att bedriva skogsbruk i områden som inte är intressanta idag. En intressekonflikt kan eskalera mellan skogsbruk och rennäring. Metoder som idag används inom skogsbruket står ibland i konflikt med rennäringens intressen. Markberedning och gödsling minskar ofta tillgången på renlav.

### FÖRSLAG TILL ANPASSNINGÅTGÄRDER

Anpassning av turismverksamhet.

Vid planering av infrastruktur bör hänsyn tas till att rennäringen kan behöva alternativa flyttleder vid förändrat klimat.

Den tid som kan användas för bete i kustområdet kan komma att förändras.

Utökad anslag för stödutfodring.

#### Förslag till skogsbrukets anpassning till rennäringen:

Återplantering med tall.

Ökad röjning.

Skonsammare markberedning.

Utökad hänsyn vid avverkning med stor andel renlav.

Krav på samråd bör utökas till samtliga renbetesmarker.

Även andra former av marknyttjande i de krympande fjäll- och skogsområdena kan innebära motsättningar med rennäringen. Det gäller turismnäring, utbyggnad av infrastruktur, gruvsdrift, militärövningar, rymdverksamhet, jordbruk etc.





## Turism och friluftsliv

### Konsekvenser

Klimatfrågans koppling till turism har kommit att uppmärksammas allt mer. Studier visar att ett varmare klimat kan leda till betydande förändringar när det gäller utbudet av aktiviteter och i aktivitets- och resemonster.

Då klimatet förändras på kontinenten och då speciellt vid Medelhavet, kan det resultera i en ökad tillströmning av turister till norra Europa. Tillströmningen kan innebära ett tilltagande besöksstryck som medför att områdenas kapacitetsgräns överskrids, t.ex. när det gäller vattentillgång.

Ett varmare klimat innebär att sommarsäsongen förlängs, vilket kan gynna badturism och friluftsliv knutet till hav och sjöar. För att bibehålla hög attraktivitet för turister är en god vattenkvalitet i de svenska vattnen en förutsättning.

Klimatförändringarna kan komma att påverka

förutsättningarna för turism i norra Sverige både direkt genom t.ex. minskad snötillgång, och indirekt genom t.ex. förändrat fjäll- och skogslandskap. Fjällvandrare, fiskare och andra utövare av friluftaktiviteter i fjällkedjan, kommer i framtiden att få uppleva allt blötare somrar och även färre kalvfjällsmiljöer då trädgränsen flyttas uppåt. Större sammanhängande kalvfjällsområden återfinns då bara i norra lapplandsfjällen.

Minskade arealer till följd av vegetationsförändringar och en samtidig expansion av turismaktiviteter genom ett ökat utbud av aktiviteter året om, kan innebära att besöksstrycket ökar inom vissa områden och att det i högre grad uppstår risk för markkonflikter.

Högre temperaturer, förändrade nederbördsmonster och snöförhållanden innebär att vinterförhållanden kan komma att förändras betydligt liksom möjligheterna till vinterturism.



#### FÖRSLAG TILL ANPASSNINGÅTGÄRDER

Skapa strategier för att hantera negativa effekter av ökat besöksstryck.

Uppmärksamma effekter som kan innebära minskad attraktivitet, t.ex. miljöpåverkan och försämrad vattenkvalitet.

Klimatförändringen påverkar turismnäringens konkurrenssituationen regionalt, nationellt och internationellt och en framgångsrik anpassning kräver att ledningsstrategierna kan anpassas till nya förutsättningar.

Skidorter kan komma att behöva utföra tekniska anpassningsåtgärder som t.ex. schaktning och avverkning, förflyttning av pister till norrläge och högre höjder, tillverkning av snö.

Utveckla alternativ till den primära reseanledningen om klimat- och vädersituationer förhindrar genomförandet av aktiviteter.

Informationsinsatser om dels de effekter, hot, möjligheter som ett förändrat klimat medför, dels de åtgärder och strategier som krävs för att trygga näringens konkurrens och utvecklingskraft.

87 % av den europeiska ytan för alpin skidåkning finns i alpländerna. Om temperaturen höjs med 2 grader kommer antalet snösäkra skidområden att minska med 30 %. Om temperaturhöjningen blir 4 grader, sker en minskning med 75 %. Detta skulle påverka förutsättningarna för vinterturismen i hela Europa. I ett europeiskt perspektiv drabbas de svenska alpina orterna i mindre utsträckning än många andra och detta skulle kunna bidra till fortsatt konkurrenskraft för många svenska alpina skidorter.

Skidområden i mer låglänta och/eller sydliga områden kan komma att slås ut. Kvarvarande skidorter kan utsättas för högt besöksstryck, vilket kan påverka deras attraktivitet negativt.

De negativa effekterna kan hanteras på kort sikt genom tillverkning av snö och andra anpassningsåtgärder som schaktning, avverkning och förflyttning av pister. Dock kan sådana åtgärder

påverka barmarksturismen då miljön riskerar att förfulas, biodiversiteten minskar och risken för jordrörelser ökar.

Under perioden 2071-2100 kan vinterturism komma att kunna utövas endast i norra Lappland. Ett sammanhängande snötäcke i mer än en månad återfinns bara i norra och mellersta Norrlands inland.

Den minskade snötillgången och förkortade säsongen kommer att kraftigt påverka snöskoterkörningen. Möjligt är att det sker en viss övergång till användning av terränggående "fyrhjulingar".



# Naturmiljö\*

## Landekosystem, biologisk mångfald och miljömål

### Konsekvenser

Vid bedömningen av klimateffekter på biologisk mångfald är det nödvändigt att även väga in effekter av andra faktorer, framför allt människans nyttjande av natur och naturresurser.

Det kan tänkas att det totala antalet arter ökar i ett varmare klimat och att detta skulle innebära att den biologiska mångfalden ökar. I detta sammanhang är det viktigt att poängtera att nordliga arter kan försvinna i och med avsaknaden av reträttvägar norr om Skandinavien. Mest hotade är arter på mellan- och högaltina zoner och arter som kräver rumsligt utrymme.

Klimatförhållanden avgör i stor utsträckning huruvida en art kan fortleva i ett område och relativt små temperaturförändringar kan påverka denna möjlighet. När det gäller anpassningsförmåga bedöms arter och livsmiljöer i bergsområden, tallnaturskog och på mossar vara mest sårbara. Särskilt sårbara ekosystem återfinns i norra Skandinavien.

I fjällen framträder effekter av klimatförändring tydligare än i många andra ekosystem. Trädgränsen har höjts 100-150 m de senaste 100 åren och i den biologiskt rika skogsgränsen pågår en igenväxning. Beräkningar visar att skogsgränsen kan förskjutas uppåt 233-667 m beroende på vilket klimatscenario som används och det geografiska läget i fjällkedjan.

Klimatförändringarnas följder på ekosystemen kommer att påverka möjligheten att nå flera av de nuvarande miljömålen och även påverka deras relevans. Det gäller rikt växt- och djurliv, storlagen fjällmiljö, myllrande våtmarker, och ingen övergödning. När det gäller målet om övergödning så avser det den förmodat ökade användningen av näringstillförsel inom skogsbruket.

Till följd av klimatförändringarna beräknas permafrostområden minska drastiskt, vilket kan leda till en expansion av busk- och skogsmark. De i norra Sverige förekommande palsarna (permafroststrukturer i torvmark) kommer att

påverkas negativt. Områden med palsar ingår som ett prioriterat skyddat habitat i EU:s Habitat Directive. Även andra myrområden och den biologiska mångfalden där kan komma att påverkas i ett förändrat klimat.

Inom skogsekosystem förväntas förflyttningar av arter som en följd av klimatförändringarna. En sådan förflyttning skulle kunna leda till utdöende av många arter då de inte klarar de förändrade levnadsbetingelserna.

Jordbruket kommer att gynnas av klimatförändringarna, vilket skulle kunna öka den biologiska mångfalden. Dock bedömer man ett ökat behov av pesticid- och gödsel användning.

Ökad vinternederbörd kan göra lågt liggande områden mer svårödlade. Förbättrad dränering kan avhjälpa problemen men det ökar sannolikt uttransport av näringsämnen till vattendrag.

I områden med betydande landhöjning förväntas stora effekter då den höjda havsnivån i kombination med landhöjningen gör att det inte sker någon nybildning av strandängar. Zoner med strandekosystem kommer därmed att påverkas.



\* Se även Länsstyrelsens publikation "Naturmiljö och klimatförändringar i Norrbotten", Länsstyrelsens rapportserie nr 14/2015.



Exempel på hur kalvfällsarealen skulle kunna minska i ett framtida klimat. Den vänstra bilden visar utbredningen av de svenska kalvfällerna idag, medan den högra visar hur utbredningen kan komma att bli efter 3-4 graders uppvärmning.

(Källa: Naturvårdsverket & SMHI, 2003)





#### FÖRSLAG TILL ANPASSNINGÅTGÄRDER

Kartlägg starkt klimatberoende ekosystem/arter för att klassificera naturtyper till olika klimatzoner och där skilja ut klimatfaktorns betydelse för systemets/artens fortlevnad.

En strävan att ta hänsyn till klimatförändringarnas effekter på biologisk mångfald bör integreras i samhällsplanering, byggande av anläggningar och infrastruktur. Lämpligt är att använda detta i MKB (Miljökonsekvensbeskrivningar) och SMB (Strategiska miljöbedömningar).

En möjlig följd av klimatförändringen är att det kan uppstå ett ökat behov av spridningskorridorer och reträttvägar norrut för arter. Korridorer och naturskogsfragment bör bevaras så att önskad kolonisation och spridning kan ske. Nuvarande skydds- och skötselstrategier bör därför ses över.

Generellt råder en stor brist på kunskap avseende hur olika ekosystem kommer att förändras till följd av ett förändrat klimat. Här följer 2 exempel på förslag på studier:

1. Gå igenom svenska naturtyper, exempelvis enligt klassificeringen i Natura 2000. Identifiera de avgörande processerna och förhållandena och bedöm deras relation till klimat och klimatförändringar, exempelvis genom att formulera frågor till klimatforskare. Bedöm även biotopers eventuella beroende av varandra samt identifiera behov av ny kunskap, kvalitativ och kvantitativ. Analysen görs lämpligen genom att kombinera biotopkunskap med kunskap om biototypiska arters krav.
2. Utpeka, på basis av expertkunskap om arter (exempelvis genom ArtDatabankens expertkommittéer), starkt klimatberoende arter, exempelvis arter beroende av is; ange hur de kan antas påverkas av klimatförändringar samt föreslå åtgärder.



## Sötvattenmiljön

### Konsekvenser

Nedan beskrivna konsekvenser gäller alla ytvattenförekomster i riket och ska ses i ljuset av att nuvarande status på vattenkvalitet är avsevärt mycket sämre i södra Sverige än i de norra delarna av landet.

Vattenkemiska förändringar sker i första hand som en följd av depositions- och klimatförändringar. Exempel på förändringar betingade av klimatförändringar: Förändrad vattenfärg till följd av ökade humushalter, ökad totalkvävehalt, ökad algutväxt, minskad biologisk mångfald, förändrad artsammansättning av fiskbeståndet, utveckling av cyanobakterier. Alla simuleringar av det framtida klimatet visar att markläckaget kommer att öka i ett varmare och blötare klimat. Kväve- och fosforhalterna i vattnet befaras öka.

En ökad humushalt i vattnet påverkar förutsättningarna för vattnet på ett antal olika sätt: transport av miljögifter, förekomst av alger, dricksvattenkvalitet, mikrobiologisk tillväxt i dricksvattennätet.

### Konsekvenser för ytvattnet av gradvis ökad lufttemperatur:

#### FYSIKALISKA PROCESSER

**Vinter/vår:** Mindre snö på isar, tidigare islossning, tidigare och minskat vårvattenflöde, bättre ljusförhållanden under vattnet, högre vattenstånd.

**Sommar/höst:** Högre vattenstånd, starkare och längre omblandningsperiod för vattnet.

#### BIOLOGISKA PROCESSER

**Vinter/vår:** Tidigare vårblooming, förändrad algsammansättning, tidigare uppkomst av djurplankton och cyanobakterier, dominans av varmvattenfiskar, utbredning av främmande arter.

**Sommar/höst:** Ökad algblooming, minskad biodiversitet (biologisk mångfald), dominans av varmvattenfiskar, ökad bakterietillväxt, utbredning av främmande arter.

#### KEMISKA PROCESSER

**Vinter/vår:** Mer närsalter under isen, ökad vattenfärg, tidigare minskning av biotillgängliga





näringsämnen under våren, minskat tillflöde av närsalter på våren.

**Sommar/höst:** Närsaltbrist, syrebrist.

#### **Konsekvenser för vattenkvaliteten av ökad avrinning:**

##### **BIOLOGISKA PROCESSER:**

Minskad biodiversitet p.g.a. eutrofiering och försämrat ljusklimat, ökad bakterietillväxt.

##### **KEMISKA PROCESSER:**

Ökad turbiditet, vattenfärg, utspädning, tillförsel av närsalter och skadliga ämnen, t.ex. pesticider och kvicksilver.

#### **FÖRSLAG TILL ANPASSNINGÅTGÄRDER**

Minska utsläpp av kväve och fosfor från jordbruk, luftnedfall och punktkällor.

## **Havsmiljön**

Havs- och kustvattenmiljön i Bottenviken kan komma att påverkas av temperaturförändringen och den förändring i vattenkvalitet som följer av förändrad vattenföring i vattendragen.

#### **FÖRSLAG TILL ANPASSNINGÅTGÄRDER**

Forskning och utredning om klimatförändringens effekter på regional nivå (Bottenviken).

.....  
Åtgärder för att begränsa tillförsel av näringsämnen, organisk belastning och föroreningar.



# Människors hälsa

## Extremtemperaturer

### Konsekvenser

Olika grupper av människor har olika känslighet för höga temperaturer. Det är framför allt äldre personer som är utsatta. Människor i en viss region med ett specifikt klimat är anpassade till de rådande förhållandena såtillvida att det finns en optimal temperatur som är olika för människor i olika delar av världen (t.ex. optimal temperatur i Finland bedöms vara 14 grader, i London 20 grader).

En följd av klimatförändringarna är att perioder med höga temperaturer och tillfällen med högre temperaturer än vad som förekommer idag, kommer att bli vanligare. Som en följd av detta förväntas ökad dödlighet främst för sårbara grupper.

Antal tropiska nätter, dygn då temperaturen aldrig är under 20 grader, förväntas öka i de södra och mellersta delarna av Sverige, men även utmed Norrlandskusten.

Det mildare vinterklimatet kan innebära minskade episoder med försämring av hälsotillståndet för personer med kärlekskramp, kroniska hjärt- och lungsjukdomar och reumatiska besvär. Även köldrelaterade dödsfall och förfrysningar förväntas minska.

#### FÖRSLAG TILL ANPASSNINGÅTGÄRDER

Vid stadsplanering och utformning av bebyggelse och nya lokaler bör man beakta att sommartemperaturer kan komma att öka och att extrema värmeböljor kan uppstå. Byggnader har i regel en lång livslängd och en planering bör därför inledas tidigt för att anpassning ska möjliggöras.

## Ändrad luftkvalitet

### Konsekvenser

En klimatförändring kommer att påverka vindriktningar och nederbördsmonster liksom många andra väderberoende processer. Den totala

mängden partiklar i atmosfären kan komma att öka då stoft från uttorkade marker i södra och centrala Europa sprids med hjälp av vindar.

En förlängd växtsäsong kan orsaka en förändring och utökning i utbredningen av pollenproducerande arter och pollensäsongens start, längd och intensitet kan komma att förändras.

Då bostäderna i norra Sverige är täta och välisolerade kan ett klimat med ökade temperaturer och nederbörd öka riskerna för mögel- respektive kvalsterallergier.

#### FÖRSLAG TILL ANPASSNINGÅTGÄRDER

Ta hänsyn till klimatförändringar när planer och strategier för arbete med luftkvalitet utarbetas.

## Hälsoeffekter av klimatförändring

### Konsekvenser

Hälsokonsekvenser till följd av klimatförändringar är i hög grad beroende på sårbarhet hos befolkningen, ekosystemets förmåga till återuppbyggnad samt samhällets kapacitet att hantera störningar och att anpassa sig. De positiva hälso-konsekvenser som ett varmare klimat kan leda till är reducerad förekomst av förfrysningar, kärlekskramp och reumatiska besvär. Befolkningen förväntas även utveckla bättre hälsa till följd av ökad utevistelse och ökat friluftsliv.

### Smittspridning

Genom det förändrade klimatet kan smittspridningsmönstren för sjukdomar överförda av olika djurarter komma att ändras. De mildare vintrarna kan innebära att smittspridande arters utbredningsområde ökar och att de överlever i större omfattning. Exempel på detta är fästingen som kan sprida sjukdomen borrelia och sandmyggan som kan sprida den allvarliga sjukdomen visceral leishmaniasis. Borrelia förväntas spridas till stora delar av Norrland och endast fjälltrakterna är undantagna.

Till följd av varmare klimat kan betestiden för djurbesättningar förlängas, vilket å ena sidan reducerar risken för infektioner till följd av minskad inomhustid, men å andra sidan ökar exponeringstiden i utemiljö för parasitsmittor och bakterier.

Fisk och skaldjur är anpassade till rådande klimat med relativt låg vattentemperatur och kommer därför att missgynnas av höjda temperaturer samtidigt som vattenlevande parasiter och bakterier gynnas av förhöjda temperaturer.

### Höga temperaturer

Den optimala temperaturen för människor varierar beroende på klimat och den anpassning individerna gjort i den aktuella livsmiljön. Studier har indikerat att ett ökat antal dödsfall på grund av värme visar sig i regel genast och under en kort period, medan följderna av en kallare period kan bestå under flera veckor. När det gäller värme är de riskgrupper som identifierats äldre och funktionshindrade som kan ha ökad känslighet och nedsatt förmåga att uppfatta riskerna.

### Låga temperaturer

Ett mildare vinterklimat kommer att innebära flera positiva hälsoeffekter. Det gäller framför allt en minskning av besvär från sjukdomar relaterade till hjärta/kärl och lungsjukdomar. Det är även troligt att de mildare vintrarna leder till en minskning av antalet förfrysningsskador.

### Luftkvalitet

Klimatförändringarna kommer att påverka vindriktningar, nederbördsmonster och andra processer som styr halten av luftföroreningar. Norra Skandinavien kan förvänta sig minskade

halter av marknära ozon och oorganiska partiklar (sulfat, nitrat, ammonium) i luften.

Beträffande utbredningen av pollenproducerande arter och pollensäsongens start och längd kan en ökning av pollenhalter i norra Sverige ske framför allt från björk men även från andra invandrade arter. Dock har vissa scenarier beskrivit en tillbakagång för björk och gräs i fjällen, där man snarast kunde förvänta sig en ökning. I de fall nederbörden ökar så kommer risken för pollenexponering att minska.

### Inomhusluft

Ökade utomhustemperaturer och ökad nederbörd kan orsaka fukt- och mögelskador inomhus samt ett gynnsammare klimat för kvalster. Ökade inomhustemperaturer i kombination med ökad luftfuktighet kan öka risken för emissioner från byggnadsmaterial.

Översvämningar, stormar, ras och skred kan komma att bli mer förekommande som en följd av klimatförändringarna. Dessa kan i sin tur orsaka allt från personolyckor till allvarliga störningar i el- och vattenförsörjning.

När det gäller större översvämningar kan dessa innebära allvarliga konsekvenser för viktiga samhällsfunktioner genom att påverka sjukvårdssektorn, el- och vattenförsörjning, avlopp, samt hindra räddningstjänst och trafik. Strömavbrott kan påverka många funktioner, allt från uppvärmning och dricksvattenförsörjning till livsmedelshandling och djurhållning.

Efter översvämningar fortgår i regel problemen genom att ytvatten och dricksvatten kan bli kontaminerat av avloppsvatten, skadliga mikroorganismer, gödsel, slam och dagvatten eller kemisk-toxiska ämnen som frigjorts vid översvämningen. Förorenat vatten kan bl.a. orsaka hudinfektioner och mag-tarmsjukdomar hos människor och djur. Även olika vektorburna sjukdomar som sprids genom gnagare och insekter, tenderar att öka som en följd av översvämningar.

### Vattentillgång och vattenkvalitet

En ökad temperatur i vattnet gynnar tillväxtmöjligheterna för mikroorganismer, vilket i kombination med förlängd badsäsong kan innebära förhöjda risker för människor vid utebadplatser. Även förekomsten av toxiska algbloomingar gynnas av högre vattentemperaturer. Fosfortillgången reglerar tillväxt.

Smittämnen som sprids via vatten kan vara calicivirus som orsakar mag-tarminfektioner. Salmonella och cambylobacter är exempel på andra smittämnen. Även fjälltrakterna kan komma att drabbas genom förhöjd risk för spridning av giardia och campylobacter.



### Livsmedel

I ett varmare klimat blir det allt viktigare att kylningen av livsmedel kan upprätthållas och att hanteringen är adekvat, då ökade temperaturer och luftfuktighet kan leda till en ökning av angrepp av skadliga mikroorganismer.

Förändrade vanor när det gäller produktion och hantering av livsmedel kan orsaka ökade risker för att livsmedelsburna sjukdomar ska spridas. Förklaringen till detta kan vara en ökad konsumtion av färdiglagad mat som bara värms och den ökade importen av livsmedel.

### Ekosystemspåverkan

Som en följd av temperaturökningar och förändrade årstids- och nederbördsmonster förväntas existerande ekosystem påverkas både negativt och positivt. Växt- och djurarters utbredning och antal kan komma att förändras, vilket i sin tur påverkar spridning av olika sjukdomar (t.ex. pollenallergier och vektorburna sjukdomar).

Tidiga tecken på förändringar syns tydligast i nordliga områden och på höga höjder. Arktiska djurarters mångfald, spridning och förekomst bedöms vara hotad av klimatförändringen. Nya växt- och djurarter kan komma att konkurrera ut de nordligt levande arterna och i och med det ökar risken för införsel och etablering av nya djursjukdomar.

En förändrad markanvändning till följd av klimatförändringar påverkar också ekosystemen och detta kan i sin tur få följder för spridning av sjukdomar. Även ändrade rekreativiteteter kan komma att påverka risk för sjukdomsutbrott genom ett förändrat beteendemönster hos människor.

Sorkfeber är ett exempel på en sjukdom vars utbredning kan komma att påverkas av klimatförändringarna. Ett minskat skyddande snötäcke kan resultera i att sorkarna söker sig närmare bebyggelse än normalt. De kommer på så sätt närmare människan och risken för spridning av infektionen ökar.

De naturområden som finns i Skandinavien glesbygd ger förhållandevis goda utrymmen för vilt som i sin tur kan tjäna som blodvärdar och smittoreservoarer för vektorer (sjukdomar som sprids med insekter, fästingar och gnagare). Sammantaget måste vektorer och reservoardjur gynnas i ett område som besöks av människor för att en sjukdom ska öka i förekomst.

Fästing- och insektsburna smittämnen som orsakar borrelia och TBE förväntas sprida sig i norra Sverige. De ökade temperaturerna, luftfuktigheten och den förväntade ökningen av vattensamlingar till följd ökad nederbörd, skapar gynnsamma förutsättningar för stickmyggor.

Vid förändringar av biotoper, t.ex. om fjällbjörkskog etablerar sig över nuvarande kal-fjällsområden, kan utbredningsområden för stickmyggor öka. Mer frekventa översvämningar kan resultera i förbuskning och försumpning, vilket gynnar blodsugande insekter och kvalster. Kortare och mildare vintrar, och även längre växtsäsonger, innebär att många värd- och reservoardjur stärker överlevnadsförmågan, vilket i sin tur gynnar vektorerna.

#### Förklaringar:

**Värddjur** – arter som blodsugande insekter och fästingar livnär sig på.

**Vektor** – djur som sprider smittämnen via urin, avföring etc.

**Reservoar för smittämne** – djur som orsakar att blodsugande insekter och fästingar smittas.

### Vilt

Klimatförändringarna kan innebära att sjukdomsframkallande organismer får bättre livsbetingelser. Vektorer får genom de förändrade klimatologiska förutsättningarna nya utbredningsmönster. Fält- och skogshare, rådjur, dovhjort och vildsvin är exempel på sådana arter.

#### FÖRSLAG TILL ANPASSNINGÅTGÄRDER

Planera för en livsmedelshantering som är anpassad till förhållanden där högre temperaturer är mer förekommande.

Effektivare rening av dricksvatten.

Vid planering och drift av badplatser bör risk för smittspridning beaktas.

Informationsspridning till allmänheten avseende risker för smittspridning vid livsmedelshantering, bad och andra risk-situationer.

Kontinuerlig uppdatering av rutiner gällande reduktion av risk för smittspridning.

Kartläggning av föroreningsrisker vid översvämningar, ras, skred och erosion.

Upprätta strategier för att kunna stödja sårbara grupper.



# Förändringar i vår omvärld och deras påverkan på Sverige

## Konsekvenser

Till följd av klimatförändringarna förväntas omfattande rörelser i migrationsmönstren. Sannolikt kommer strömmarna av människor att förflytta sig inom ett relativt begränsat område.

Migrationsströmmar befaras medföra en viss destabilisering och ekonomisk ansträngning i de drabbade regionerna. Detta påverkar säkerhetsläget både nationellt och internationellt. I regioner med väl utvecklade inom- och mellanstatliga samarbetsformer är sannolikheten för konflikter mindre än i regioner med mindre välutvecklat samarbete. På kort sikt förväntas effekterna av klimatförändringarna medföra påfrestningar för södra Europa i högre utsträckning än för Nordeuropa.

De ur säkerhetspolitisk aspekt intressanta sektorerna energiförsörjning och jordbruk kan komma att få problem i hela eller delar av

Europa. Det kan bli aktuellt att de områden i Europa där förutsättningarna för jordbruk förväntas förbättras, också kommer att användas i högre utsträckning för att garantera EU:s förmåga till självförsörjning.

Nordeuropa tillhör den del av världen som inte kommer att drabbas särskilt hårt ekonomiskt, åtminstone på kort sikt. Den svenska ekonomin kan dock indirekt komma att påverkas genom den befarade minskade efterfrågan på internationell nivå.

Den ökade frekvensen av extrema väderhändelser kan komma att medföra omfattande skador på nationers infrastruktur och detta kan i sin tur orsaka störningar i de globala finansiella systemen. Även den internationella försäkringssektorn kommer att påverkas kraftigt genom de ökade kraven på ersättning.







**PÅVERKAN PÅ SVERIGE AV KLIMATFÖRÄNDRINGAR I ANDRA DELAR AV VÄRLDEN – ÖVERSIKT**

<b>Sektor i Sverige</b>	<b>Förväntad effekt</b>
Jordbruks- och livsmedelsproduktion	Minskat utbud av livsmedel på världsmarknaden, beroende på hur stora klimatförändringarna blir. Kan innebära ökad efterfrågan på svenska livsmedel.
Skogsnäring	Stora regionala skillnader i utbudet av kommersiellt virke kan påverka svensk skogsindustri.
Vattentillgångar	Ökad efterfrågan på vatten på världsmarknaden. Eventuell framtida exportvara för Sverige.
Turism	Regionala klimateffekter i t.ex. Medelhavet och Alperna kan leda till ökad turism i Skandinavien.
Energi	Ökad efterfrågan på el från Europa. Risk för störningar i importen av vissa energislag, t.ex. olja.
Försäkringsverksamhet	Återförsäkringssystemet kan drabbas med dyrare försäkringar som följd.
Hälsa	Ett försämrat globalt hälsotillstånd, bl.a. till följd av ett ökat antal konflikter, kan leda till ökad risk för smittspridning av sjukdomar.
Svensk näringsliv	Förändrade globala förutsättningar ställer krav på att länder har hög strukturomvandlingstakt för att vara konkurrenskraftiga.
Säkerhetspolitik	Förnyat fokus på EU:s jordbrukspolitik. Ökad integrering med biståndspolitik. Ökat fokus på vatten. Ökat fokus på energi.
Biståndspolitik	Ökat fokus på klimatanpassningsfrågor.
Flyktingströmmar	Ökat behov av samordning på europeisk nivå och beredskap för ökade klimatflyktingströmmar.

**Följande klimatindex redovisas i SMHI Klimatologi nr 32,  
2015 Framtidsklimat i Norrbotten – enligt RCP-scenarier**

Årsmedeltemperatur

Medeltemperatur vinter, vår, sommar, höst

Värmebölja

Årsmedelnederbörd

Medelnederbörd vinter, vår, sommar, höst

Antal dagar med mer än 10 mm nederbörd

Maximal dygnsnederbörd

Förändring av korttidsnederbörd

Antal dagar med snötäcke över 5 mm vatteninnehåll

Antal dagar med snötäcke över 20 mm vatteninnehåll

Förändrat maximalt snötäcke

Förändrad total medeltillrinning för år och säsonger

Förändrad total 10-årstillrinning

Förändrad total 100-årstillrinning

Förändrad lokal årsmedeltillrinning

Förändrad lokal medeltillrinning vinter, vår, sommar, höst

Förändrad lokal 10-årstillrinning

Förändrad lokal 100-årstillrinning

Tillrinningens årsdynamik

Vegetationsperiodens längd

Vegetationsperiodens starttidpunkt

Markfuktighet

Titel: Klimatförändringar i Norrbottens län – konsekvenser och anpassning. Länsstyrelsens rapportserie nr 7/2016  
Sammanställd av: Micael Bredefeldt, Länsstyrelsen i Norrbottens län  
Adress: Länsstyrelsen i Norrbottens län, 971 86 Luleå  
Telefon: 010-225 50 00  
E-post: [norrbotten@lansstyrelsen.se](mailto:norrbotten@lansstyrelsen.se)  
Internet: [www.lansstyrelsen.se/norrbotten](http://www.lansstyrelsen.se/norrbotten)  
Grafisk produktion och textbearbetning: Plan Sju kommunikation AB

Tryck: GTC Print AB, Luleå  
Upplaga: 400 ex

ISSN: 0283-9636  
Dnr 1824-2016





Länsstyrelsen  
Norrbotten